

广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门
镇后塘矿区建筑用玄武岩矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案
(报批稿)

申报单位：雷州市和达发展有限公司

二〇二四年一月

广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门
镇后塘矿区建筑用玄武岩矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案
(报批稿)

申报单位：雷州市和达发展有限公司

法人代表：李士和

编制单位：广州德一地质勘察有限公司

法人代表：车德宜

项目负责人：周志涛

技术负责人：车德宜

编制人员：阙东明 周志涛

制图人员：阙东明

目录

前言	1
一、任务的由来	1
二、编制目的	2
三、编制依据	3
四、方案适用年限	8
五、编制工作概况	9
第一章 矿山基本情况	16
一、矿山简介	16
二、矿区范围及拐点坐标	17
三、矿山开发利用方案概述	18
四、矿区开采历史及现状	28
第二章 矿区基础信息	29
一、矿区自然地理	29
（一）气象	29
（二）水文	29
（三）地形地貌	29
（四）植被	30
（五）土壤	30
二、矿区地质环境背景	31
（一）区域地质	31
（二）矿区地质	32
（三）水文地质	32
（四）工程地质	35
（五）矿体地质特征	36
三、矿区社会经济概况	38
四、矿区土地利用现状	39
五、矿山及周边其他人类重大工程活动	41
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析	44
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估	45
一、矿区地质环境与土地资源调查概述	45
二、矿山地质环境影响评估	46
（一）评估范围和评估级别	46
（二）矿山地质灾害现状分析与预测	49
（三）矿区含水层破坏现状分析与预测	56
（四）矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测	57
（五）矿区水土环境污染现状分析与预测	58
三、矿山土地损毁预测与评估	59
（一）土地损毁环节与时序	59
（二）已损毁各类土地现状类型	60
（三）拟损毁土地预测与评估	60
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围	66
（一）矿山地质环境保护与恢复治理分区	66
（二）矿山地质环境影响分区	68
（三）土地复垦区与复垦责任范围	74
（四）土地类型与权属	75
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析	77
一、矿山地质环境治理可行性分析	77

(一) 技术可行性分析	77
(二) 经济可行性分析	79
(三) 生态环境协调性分析	80
二、矿区土地复垦可行性分析	80
(一) 复垦区土地利用现状	80
(二) 土地复垦适宜性评价	81
(三) 水土资源平衡分析	85
(四) 土地复垦质量要求	87
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程	91
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防	91
(一) 目标任务	91
(二) 主要技术措施	91
(三) 主要工程量	92
二、矿山地质灾害治理	93
(一) 目标任务	93
(二) 工程设计与技术措施	93
(三) 主要工程量	97
三、矿区土地复垦	98
(一) 目标任务	98
(二) 工程设计与技术措施	98
(三) 主要工程量	104
四、含水层破坏修复	107
五、水土环境污染的修复	108
(一) 目标任务	108
(二) 工程设计与技术措施	108
(三) 主要工程量	109
六、矿山地质环境监测	110
(一) 目标任务	110
(二) 监测设计与技术措施	110
(三) 主要工程量	112
七、矿山土地复垦监测和管护	113
(一) 目标任务	113
(二) 措施和内容	113
(三) 主要工程量	114
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署	115
一、总体工作部署	115
二、阶段实施计划	115
三、近期年度工作安排	116
第七章 经费估算与进度安排	118
一、经费估算依据	118
二、矿山地质环境治理工程经费估算	130
(一) 总工程量与投资估算	130
(二) 单项工程量与投资估算	132
三、土地复垦工程经费估算	142
(一) 总工程量与投资估算	142
(二) 单项工程量与投资估算	145
四、总费用汇总与年度安排	151
(一) 总费用构成与汇总	151
(二) 近期年度经费安排	151
第八章 保障措施与效益分析	155

一、组织保障	155
二、技术保障	155
三、资金保障	156
四、监管保障	156
五、效益分析	157
六、公众参与	159
第九章结论与建议	160
一、结论	160
二、建议	163

附图及附件

一、附图

- 1、广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿
矿山地质环境现状评估图 (1: 2000)
- 2、广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿
矿区土地利用现状图 (1: 10000)
- 3、广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿
矿山地质环境预测评估图 (1: 2000)
- 4、广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿
矿区土地损毁预测图 (1: 2000)
- 5、广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿
矿区土地复垦规划图 (1: 2000)
- 6、广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿
矿山地质环境治理工程部署图 (1: 2000)
- 7、广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿
矿区土地利用总体规划图 (1: 10000)

二、附表

- 1、矿山地质环境现状调查表

三、其他附件

- 1、委托书

2、承诺书

3、《广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿资源储量核实报告》评审意见书（粤资储评审字〔2020〕146号）

4、《广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿储量核实报告》矿产资源储量评审备案的复函（粤自然资储量备字〔2020〕92号）

5、《广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿产资源开发利用方案》审查意见书（粤矿协审字〔2020〕44号）

6、《广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》审查意见书（湛矿开审字〔2023〕13号）

7、采矿权挂牌出让成交结果公示（雷自然资网出（采矿）告字〔2023〕3号）

8、非油气采矿权出让合同（编号 C4408822023002）

9、地质环境现状调查照片

10、土地权属人征求意见

11、地类统计表

12、矿山地质环境保护与土地复垦方案的公示（公众参与）

13、营业执照（复印件）

14、土地承包合同

前言

一、任务的由来

（一）矿山性质

该矿为新立采矿权矿山，拟设矿权范围内至今仍为矿业权的空白区，无其他探矿、采矿活动。根据“关于实施湛江市 2018 年度第一批次采矿权招标拍卖挂牌出让计划的通知”（湛国土资（地矿）〔2018〕71 号），经湛江市人民政府同意，雷州市自然资源局依法挂牌出让雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿采矿权。拟出让采矿权矿区面积 0.1219km²，由 13 个拐点圈定，依据储量核实及矿区地形，拟申请开采标高为 54.11m 至 22.00m，生产规模为 10 万 m³/年，开采矿种为建筑用玄武岩。

2020 年 11 月，为了办理该矿采矿权出让、合理开发利用矿产资源提供依据，受雷州市自然资源局委托，中国建筑材料工业地质勘查中心广东总队完成编制了《广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿产资源开发利用方案》，并通过了广东省矿业协会组织的专家评审（粤矿协审字[2020]44 号）。

2023 年 9 月 12 日，雷州市和达发展有限公司通过竞拍获得广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿采矿权，拟出让年限为 16 年。

由于矿区周边环境较为复杂，用地条件困难，《开发利用方案》拟设的工业场地（包括破碎站、机汽修车间、产品堆场等）和办公生活区等总图布置所在区域受到用地条件的影响均不能落地实施，因此，采矿权竞得人雷州市和达发展有限公司拟重新选址布置。

同时，现阶段雷州市聚力高质量发展，多个重大基础建设项目已开工，急需砂石料，因此矿山拟扩大生产规模，以支持项目建设。根据《开发利用方案》采出的矿石量，结合相关政策要求，拟由《开发利用方案》10 万 m³/a 生产规模扩大至 30 万 m³/a。因此，受采矿权竞得人雷州市和达发展有限公司委托，广州德一地质勘察有限公司编制《广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》

（二）任务由来

矿山为新建矿山，为了合理开发利用矿产资源，有效保护矿山地质环境，预防地质灾害的发生和危害，为贯彻落实原国土资源部办公厅关于印发《全国“矿

山复绿”行动方案》的通知文件的精神，更好的完成矿山地质环境恢复治理、土地复垦等工作，根据《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21号）、《土地复垦条例》、《矿山地质环境保护规定》等有关规定，采矿权人需要编制“矿山地质环境保护与土地复垦方案”。

根据《国务院关于第一批清理规范89项国务院部门行政审批中介服务事项的决定》（国发〔2015〕58号）与《土地复垦条例》和《广东省人民政府关于第一批清理规范58项省政府部门行政审批中介服务事项的决定》（粤府〔2016〕16号），2023年12月10日，雷州市和达发展有限公司委托广州德一地质勘察有限公司进行《广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》的编制工作。

本方案仅作为实施保护、监测和恢复治理矿山地质环境的技术依据之一，不能替代相关工程勘查、治理设计。

二、编制目的

（一）目的

1、为贯彻落实党中央、国务院关于深化行政审批制度改革的有关要求，切实减少管理环节，提高工作效率，减轻矿山企业负担。

2、尽快实现保护矿山地质环境，遏制、减少因矿产开采活动造成的地质环境破坏，保护人民生命和财产安全；促进矿产资源的合理开发利用和经济社会、资源环境的协调发展，为矿山地质环境实施保护、监测和恢复治理提供技术依据。

3、为保护和合理利用土地资源，改善生态环境，防治矿山开采造成的土地损毁，根据《中华人民共和国土地管理法》、《土地复垦条例》等有关法律法规的要求，按照“谁损毁、谁复垦”的原则，结合土地利用总体规划及矿山开采实际情况，围绕矿山开采造成的土地损毁区域，采取相应的整治措施而使其恢复并达到可供利用的状态。

（二）任务

1、充分收集矿山地质环境相关资料，进行矿山地质环境和土地复垦综合调查。基本查明矿山地质环境条件和现状，查明主要的地质环境问题，查明矿区土地类型及土地总体规划，确定评估级别、范围和复垦区。

2、根据综合调查成果，结合《开发利用方案》和矿山地质环境条件特征等，对开采活动及其影响范围内地质环境现状进行评估，对矿山建设及采矿活动可能引发、遭受和加剧的地质环境问题进行评估，对矿山损毁的土地进行评估。

3、根据矿山地质环境影响评估及土地损毁评估，进行矿山地质环境保护与土地复垦分区及矿山地质环境治理及土地复垦可行性分析。

4、针对矿山地质环境保护与土地复垦分区，提出适宜的矿山地质环境保护预防措施、土地复垦措施和监测方案，进行工程部署。

5、根据矿山地质环境保护与土地复垦工程部署、工程量及工程技术手段，保障措施，估算矿山地质环境保护与土地复垦经费。

6、进行矿山地质环境治理的效益分析，提出矿山地质环境保护与土地复垦工程实施的保障措施。

7、编制矿山地质环境保护与土地复垦方案及相关图件。

三、编制依据

本次矿山地质环境保护与土地复垦方案编制主要依据相关法律、法规和规范规程技术规定，同时查阅了相关的科研成果，主要依据有：

（一）法律依据

1、《中华人民共和国土地管理法》（中华人民共和国主席令第41号），自2020年1月1日起修改施行；

2、《中华人民共和国矿产资源法》，2009年8月27日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议修正；

3、《中华人民共和国矿山安全法》，2009年8月27日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议修正；

4、《中华人民共和国水土保持法》（中华人民共和国主席令第39号），2011年3月1日起施行；

5、《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议于2014年4月24日修订通过，自2015年1月1日起施行；

6、《中华人民共和国安全生产法》，根据2021年6月10日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产

法>的决定》第三次修正，自 2021 年 9 月 1 日起施行；

7、《地质灾害防治条例》（国务院令第 394 号），2004 年 3 月 1 日起施行；

8、《土地复垦条例》（国务院令第 592 号），2011 年 3 月 5 日公布并实施；

9、《中华人民共和国土地管理法实施条例》，2021 年 4 月 21 日，国务院第 132 次会议修订通过；

10、《中华人民共和国森林法》，2020 年 7 月 1 日起施行；

11、《中华人民共和国农业法》中华人民共和国主席令第 39 号，2013 年 1 月 1 日起施行。

（二）规章及政策文件

1、《关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（国土资发〔2004〕69 号），2004 年 3 月 25 日发布施行；

2、《财政部国土资源部关于印发<土地开发整理项目预算定额标准>的通知》（财综〔2011〕128 号）；

3、《国务院关于第一批清理规范 89 项国务院部门行政审批中介服务事项的决定》（国发〔2015〕58 号）；

4、《矿山地质环境保护规定》(国土资源部令第 44 号)，2009 年 2 月 2 日国土资源部第 4 次部务会议审议通过，2009 年 5 月 1 日施行；

5、《国土资源部关于修改和废止部分规章的决定》（国土资源部令第 64 号）；

6、《国务院关于加强地质灾害防治工作的决定》，国发〔2011〕20 号，2011 年 6 月 13 日；

7、广东省人民政府办公厅《印发广东省贯彻落实国务院关于加强地质灾害防治工作的重点工作分工方案的通知》(粤办函〔2011〕672 号)；

8、《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21 号）；

9、广东省国土资源厅《关于切实做好矿山地质环境保护与土地复垦方案审查的通知》（粤国土资规字〔2018〕4 号）；

10、广东省自然资源厅关于印发《广东省地质灾害治理工程生态修复指引(试行)》的通知（粤自然资函〔2020〕262 号）；

11、《广东省非金属固体矿山（采石场）绿色矿山建设要求》；

12、《广东省地质环境管理条例》（2012 年 7 月 26 日，广东省第十一届人

民代表大会常务委员会第 35 次会议修订），2012 年 7 月 26 日；

13、广东省自然资源厅关于印发《广东省自然资源厅矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》的通知（粤自然资发〔2020〕6 号）；

14、广东省自然资源厅关于印发《广东省地质灾害治理工程生态修复指引(试行)》的通知，粤自然资函（2020)262 号；

15、广东省林业局关于恢复植被和林业生产条件、树木补种标准有关问题的通知（粤林规〔2021〕3 号）；

16、《广东省矿产资源管理条例》，2012 年 7 月 26 日广东省第十一届人民代表大会常务委员会第三十五次会议修正；

17、《广东省人民政府关于第一批清理规范 58 项省政府部门行政审批中介服务事项的决定》（粤府〔2016〕16 号）；

18、广东省国土资源厅、广东省财政厅、广东省环境保护厅、广东省质量技术监督局、中国银行业监督管理委员会广东监管局、中国证券监督管理委员会广东监管局《关于印发〈广东省绿色矿山建设工作方案〉的通知》(粤国土资规字(2017)5 号)；

19、广东省国土资源厅、广东省财政厅、广东省环境保护厅关于加快建设绿色矿山的通知》(粤国土资规字(2017)6 号)；

20、《国家林业和草原局关于制定恢复植被和林业生产条件、树木补种标准的指导意见》（林办发〔2020〕94 号）。

（三）现行规程、规范

1、《综合工程地质图图例及色标》（GB12328-1990）；

2、《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB/T12719-2021）；

3、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；

4、《地下水动态监测规程》（DZ/T0133-1994）；

5、《水土保持综合治理技术规范》(GB/T16453-2008)；

6、《生态公益林建设技术规程》(GB/T18337.2-2001)；

7、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

8、《造林作业设计规程》（LY/T1607-2003）；

9、《关于调整部分矿种生产建设规模标准的通知》（国土资发【2004】208 号）；

- 10、《地下水监测规范》（SL/T183-2005）；
- 11、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T0219-2006）；
- 12、《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T0220-2006）；
- 13、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；
- 14、《崩塌防治工程勘查规范(试行)》（T/CAGHP011-2018）；
- 15、《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）；
- 16、《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（国家发改委，2007）；
- 17、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- 18、《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）；
- 19、《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001，2009 年版）；
- 20、《土地开发整理项目预算定额标准》（财综[2011]128 号）；
- 21、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ / T0223-2011)；
- 22、《土地复垦方案编制规程》(TD/T1031-2011)；
- 23、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- 24、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- 25、《工程岩体分级标准》（GB50218-2014）；
- 26、《矿山地质环境调查评价规范》（DD2014-05）；
- 27、《生态环境状况评价技术规范（试行）》（HJ/T192-2015）；
- 28、《矿山地质环境监测规程》（DZT0287-2015)；
- 29、《广东省建设工程计价依据》（粤建市[2010]15 号）；
- 30、《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；
- 31、《滑坡防治工程勘查规范》（GBT32864-2016）；
- 32、《水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-91）；
- 33、《区域水文地质工程地质环境地质综合勘查规范》（GBT14158-93）；
- 34、《水文地质环境地质调查规范》（DB41/T1507-2017）；
- 35、《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T1049-2016）；
- 36、《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）；
- 37、《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）。
- 38、《地质灾害治理工程施工组织设计规范（试行）》（T/CAGHP020-2018）；
- 39、《广东省矿山地质环境保护与治理规划（2020-2025 年）》；

40、《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2023 年修订版）》，广东省地质灾害防治协会；

41、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》，中华人民共和国国土资源部，2016 年 12 月；

42、《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（试行），广东省地质灾害防治协会，2018 年 1 月；

43、《土地复垦条例实施办法》(2012 年 12 月 27 日国土资源部第 56 号令公布根据 2019 年 7 月 16 日自然资源部第 2 次部务会议《自然资源部关于第一批废止和修改的部门规章的决定》修正)；

44、《广东省地质灾害治理工程生态修复指引（试行）》（粤自然资函【2020】262 号）；

45、《广东省矿山生态修复技术指南（试行）》（2022 年 8 月）。

（四）技术文件与资料

1、区域地质资料

（1）1972 年，广东省地质局区域地质调查大队和水文地质工程地质一大队共同编写了 1:20 万湛江幅区域地质调查报告，为评估区内提供了基础性地质资料；

（2）1962 年，广东省地质局区域地质测量大队完成了 1：20 万湛江幅区域地质测量，提交了文字报告和地质图。

2、水文地质资料

（1）1959 年广东省地质局 750 队开展了湛江幅 1: 20 万水文地质普查工作，为本次评估提供了丰富的原始资料；

（2）1979～1981 年广东省地质局水文地质工程地质一大队进行 1：20 万湛江幅区域水文地质普查，为本次评估提供了区域水文、工程地质方面资料；

（3）1981 年 4 月，广东地质局水文工程地质二队完成了 1:20 万雷州半岛区域水文地质普查报告及综合水文地质图。

3、环境地质和灾害地质

（1）1990～1992 年，广东省地质环境监测总站进行了 1：50 万广东省地质灾害调查，为区内提供了地质灾害资料；

（2）1991～1993 年，广东省地矿局水文工程地质一大队进行了 1：50 万广

东省环境地质调查，提供了区域性环境地质资料；

（3）2002 年，广东省地质环境监测总站完成了湛江市雷州半岛地质灾害调查与区划，提交了文字报告及图件；

（4）2005 年，湛江市国土资源局完成了湛江市区地质灾害防治规划（2006-2020 年）；

（5）2014 年 2 月，广东省地质局完成了《珠江三角洲及周边地区地面沉降地质灾害监测成果报告（雷州半岛地区）》。

4、矿区地质、开采技术等资料

（1）2020 年 8 月，中国建筑材料工业地质勘查中心广东总队完成编制了《广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿资源储量核实报告》，报告达到核实工作要求，可作为设置采矿权的依据，同时作为本方案设计的地质依据；

（2）《广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿产资源开发利用方案》（中国建筑材料工业地质勘查中心广东总队，2020 年 11 月）；

（3）《广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》（广州德一地质勘察有限公司，2023 年 11 月）；

5、土地类型等资料

（1）《雷州市龙门镇 2022 年度土地利用现状图（局部）》；

（2）《雷州市龙门镇 2010-2020 土地利用总体规划图（局部）》。

四、方案适用年限

根据广州德一地质勘察有限公司 2023 年 11 月编制的《广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》（以下简称《开发利用方案（修编）》），矿山计算生产年限约为 5 年，基建期 1.0 年，闭坑治理期 1.0 年，总服务年限为 7 年。由于《开发利用方案（修编）》设计闭坑治理期与本方案闭坑治理期相重叠，故本方案取矿山生产期与基建期作为总服务年限，即 6 年。

本方案设计闭坑治理期 1 年，土地复垦灌溉养护期 3 年，故确定本恢复方案适用年限为 10 年，根据《编制指南》所示，新建矿山的方案基准年以矿山正式投产之日算起。

五、编制工作概况

1、工作方法

2023 年 12 月 10 日，广州德一地质勘察有限公司接受雷州市和达发展有限公司的委托后，成立了矿山地质环境保护与土地复垦方案编制工作小组。根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》，并结合相关的行业技术标准的要求，将工作分为三个阶段：

第一阶段资料收集（2023 年 12 月 10 日至 2023 年 12 月 12 日）

①矿山地质环境保护方面：

主要为研究相关文件，全面收集矿区及周围地区的地质、矿山开采及土地资源等相关资料，进行初步分析、编写工作大纲。

②矿山土地复垦方面：

主要工作为资料收集、及公众调查。

第二阶段野外调查（2023 年 12 月 13 日至 2023 年 12 月 20 日）

①矿山地质环境保护方面：

在认真分析研究收集资料的基础上进行踏勘。对矿山进行地质环境及土地资源破坏调查，确定地质环境评估范围，划分评估级别，踏勘主要侧重于露天采场和可能引发的地质灾害、地质环境问题区域

②矿山土地复垦方面：

主要工作为根据收集及野外调查掌握的相关资料，对建设项目的自然地理、生态环境、社会经济、土地利用现状和生产工艺等进行分析和评价，确定土地复垦方案服务年限，进行土地损毁预测与土地复垦适宜性评价，选定土地复垦标准、措施，明确土地复垦目标，确定复垦费用来源，确定土地复垦范围。

第三阶段报告编制（2023 年 12 月 21 日至 2024 年 1 月 9 日）

①矿山地质环境保护方面：

根据评估区划分的范围及级别，对矿山地质环境影响进行现状及预测评估，进而确定矿山地质环境保护与土地复垦治理分区，并对矿山地质环境保护与土地复垦措施进行部署；

②矿山土地复垦方面：

对矿山土地复垦适宜性进行评价，对初步拟定的土地复垦方案广泛征询土地

复垦义务人、政府相关部门、土地所有权人和公众的意愿，从组织、经济、技术、费用保障、复垦目标以及公众接受程度等方面进行可行性论证，依据方案协调论证结果，确定土地复垦标准，优化工程设计，完善工程量测算及投资估算，细化土地复垦实施计划安排以及费用、技术和组织管理保障措施，编制详细土地复垦章节内容。

最后，完成矿山地质环境保护与土地复垦报告的编写和图件绘制，进行内部自审工作，然后提交编制成果评审，根据评审意见修改定稿。

详见下图 0-1 工作程序框图。

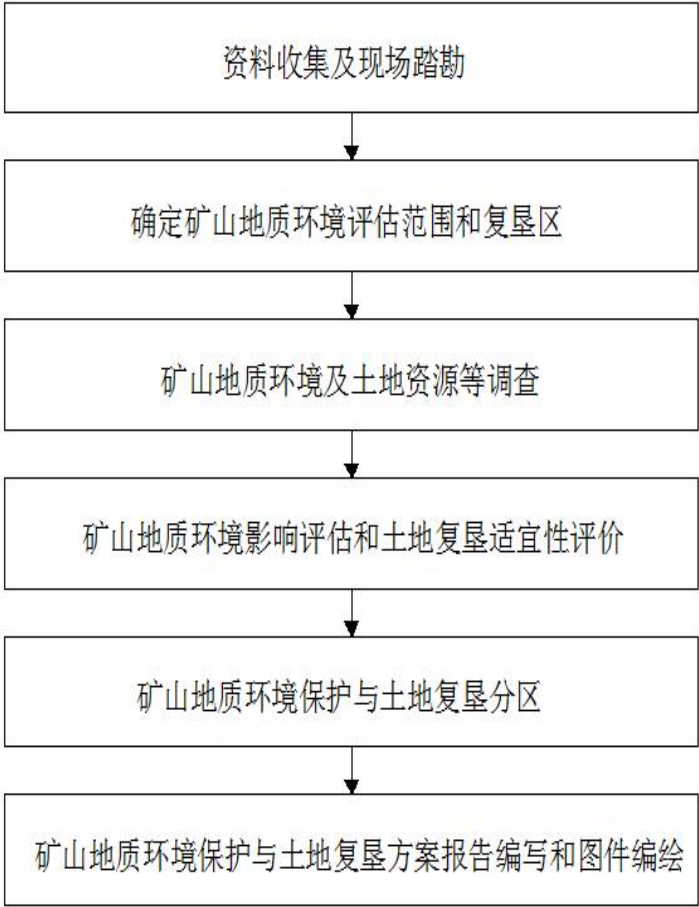


图 0-1 工作程序框图

2、主要工作量

（1）搜集资料及编写评估大纲

搜集的资料主要有各类区域地质、水工环地质资料以及以往地质勘查、钻探工程资料、储量核实报告、开发利用方案、开发利用方案（修编），当地自然资源局部门提供的《土地利用现状图》、《土地利用总体规划图》，根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》编写评估大纲。

（2）野外调查

我公司接受雷州市和达发展有限公司的委托后，成立了矿山地质环境保护与土地复垦方案编制工作小组。在认真分析研究收集资料的基础上进行现场踏勘，对矿山进行地质环境及土地资源破坏调查，确定地质环境评估范围，明确土地资源破坏程度，确定土地复垦范围，土地利用现状与权属调查，以及对土地复垦义务人、土地使用权人、土地所有权人、政府相关部门进行公众调查，划分评估级别，专业技术人员进行矿山地质环境调查，以经过修测的 1:2000 地形地质图作为此次工作用手图，根据现场踏勘成果及开发利用设计，确定调查区范围：露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路及可能引发的地质灾害、地质环境问题区域。并根据评估区划分的范围及级别，对矿山地质环境影响进行现状及预测评估，进而确定矿山地质环境保护与土地复垦治理分区，对矿山土地复垦适宜性进行评价，并对矿山地质环境保护与土地复垦措施进行部署。

本次矿山地质环境调查投入专业技术人员 4 人，对之前踏勘选取的 2 条穿越调查区的调查路线进行了矿山地质环境调查：采用穿越法进行的矿山地质环境调查，调查路线上点距 100~200m。定点采用 GPS 卫星定位仪、罗盘交汇法并结合标志性地物综合确定；用地质调查点、线结合的形式将各地质现象，通过点、线观察、工程测量、记录、取样测试等手段，将地层界线、地质构造产状、地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境污染问题等要素填绘于表、文、图中。

（3）确定调查范围

依据评估区划定原则，划定调查区范围，具体边界划分如下：

北侧评估边界：沿矿区北部边界向北外扩至采矿活动可能影响区域，并将 300m 爆破影响范围纳入评估区。

东侧评估边界：沿矿区东部边界向东外扩至采矿活动可能影响区域，并将 300m 爆破影响范围纳入评估区。

南侧评估边界：将采矿配套设施（工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路）可能造成地质环境影响的区域纳入评估区范围。

西侧评估边界：沿矿区西部边界向西外扩至采矿活动可能影响区域，并将 300m 爆破影响范围纳入评估区。

将各评估边界相连形成评估范围，评估区面积约 72.6106hm²。

(4) 室内资料整理

室内资料整理是在收集、研究已有资料的基础上,综合分析野外调查等资料,对地质环境影响程度进行判别,并进行地质环境影响现状评估和预测评估,对土地复垦适宜性进行评价与评估,最后进行矿山地质环境保护与土地复垦分区,对各灾种提出相应的防治措施及建议,估算恢复治理经费。

本次工作完成的主要工作量见表 0-1。

表 0-1 主要工作量一览表

项目	工作内容	单位	数量
收集资料	1:20 万区域地质调查报告及图件	份	2
	1:20 万区域水文资料	份	3
	广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿资源储量核实报告(2020 年 8 月)	份	1
	广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿产资源开发利用方案(2020 年 11 月)	份	1
	广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿产资源开发利用方案(修编)(2023 年 11 月)	份	1
	雷州市龙门镇 2022 年度土地利用现状图(局部)	份	1
	雷州市龙门镇 2010-2020 土地利用总体规划图(局部)	份	1
	其它资料	份	5
矿山地质环境综合调查	地面调查面积	hm ²	72.6106
	调查线路	km	2.98
	综合调查点(土地利用现状调查、地形地貌景观调查等)	个	45
	现场拍照片/报告附照片	张	20/3
主要成果	矿山地质环境现状和损毁土地调查表	份	1
	广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案 1 份	份	1
	广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿山地质环境现状评估图(1:2000)	幅	1
	广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿区土地利用现状图(1:10000)	幅	1
	广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿山地质环境预测评估图(1:2000)	幅	1
	广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿区土地损毁预测图(1:2000)	幅	1
	广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿区土地复垦规划图(1:2000)	幅	1
	广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿山地质环境治理工程部署图(1:2000)	幅	1
	广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿区土地利用总体规划图(1:10000)	幅	1

3、公众参与工作过程与工作方法

矿山地质环境保护与土地复垦方案中的公众参与原则上分为三个阶段:

第一阶段为准备阶段,首先根据建设项目的进展情况,收集建设项目信息、相关法律法规和政策、当地自然文化和社会等方面的资料,然后在综合分析上述

信息的基础上，结合公众参与工作等级确定核心公众代表，制定有效的公众参与工作计划。

第二阶段为实施阶段，即公开有关信息，对公众意见进行调查分析，编写矿山地质环境保护与土地复垦方案中的公众参与篇章。在实施过程中，如最初确定的核心公众代表或工作计划与实际情况不相适应，应适时进行必要的调整。

第三阶段是反馈阶段，主要工作是将公众意见采纳与否的信息反馈给公众，必要时进行公众意见的补充调查。

本项目进行了建设项目信息公示、报告书简本公示和公众参与调查三个阶段的公众参与。

公众参与的工作程序见图 0-2。

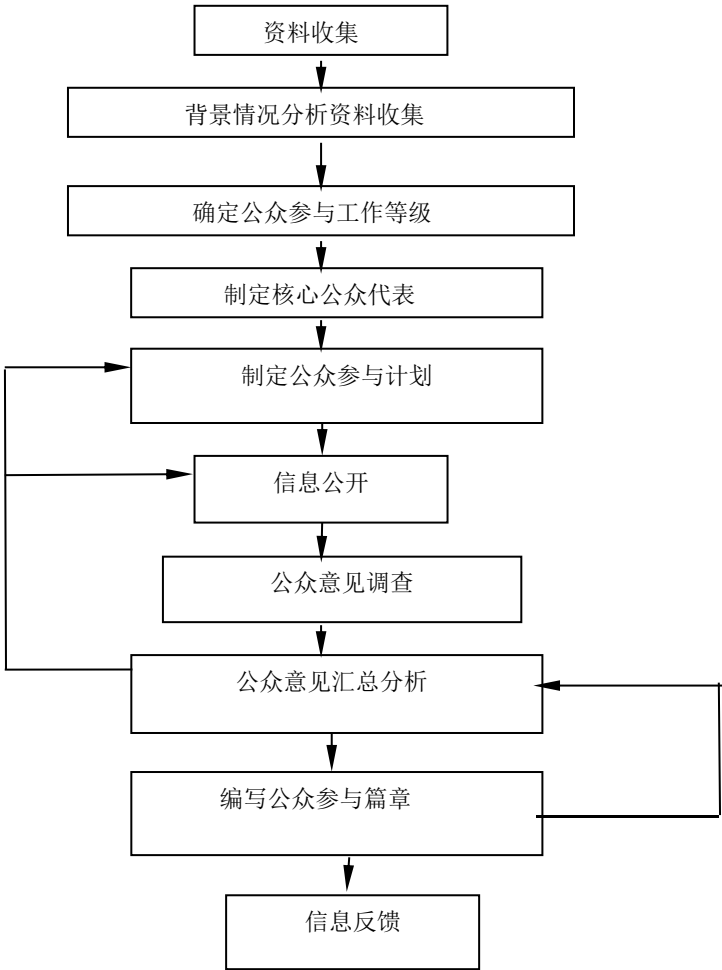


图 0-2 公众参与工作程序

4、工作质量评述

矿山地质环境问题及土地资源调查及资料收集取得如下成果。

(1) 收集资料

自接受委托后，即收集各类区域地质、土工环地质资料以及以往地质勘查、

钻探工程资料、矿区储量核实报告、矿产资源开发利用方案、矿区土地利用规划图、矿区土地利用现状图等资料，其中储量核实报告、矿产资源开发利用方案等资料均经相关评审机构通过评审，土地利用规划图以及现状图均为现行有效图件，收集的资料翔实可靠，可以作为方案编制的依据，满足规范要求。

2023 年 13 月 12~20 日，专业技术人员对土地利用现状、土地利用总体规划、土地权属情况等资料进行了收集，主要概述为：

- 1、获取 2000 国家大地坐标 1:2000 实测范围红线图；
- 2、获取 2022 年土地变更调查数据，获取 2022 年矿区土地利用现状图；
- 3、获取土地利用总体规划图；
- 4、套图量算获取矿区现状地类面积；
- 5、查询相关属性，获取矿区土地权属信息。

综上所述，本次工作各项成果质量可靠，工作质量满足有关规范的要求。

（2）现场踏勘以及野外调查

现场踏勘以及野外调查时，利用矿区实测图作为工作底图，比例尺为 1:2000，地形底图坐标系为 2000 国家大地坐标系、1985 国家高程基准，等高线间距为 2m，地形底图能反映现状地形地物，工作用图满足规范的要求。

依据矿体的分布、矿山现状以及地貌特征，野外调查工作路线布置北~南向为主，共布置 45 个综合调查点(土地利用现状调查、地形地貌景观调查)，调查路线间距为 100~200m，点距 50~100m，在露天采场区及其影响区加密布置调查点，附图上每方格（0.04km²）范围内调查点平均数量为 5 个，调查点密度符合有关标准。调查工作用手图比例尺为 1:2000 矿山地形地质图。野外定点采用 GPS 卫星定位仪、罗盘交汇法并结合现场标志性地形地物综合确定。调查的矿山类型为中型生产规模露天开采矿山，开采矿种为建筑用玄武岩，开采矿体赋存于湛江组玄武岩中，地表基本为第四系冲洪积层所覆盖，矿体分布标高 22m~46m，矿体埋深 1.5m~30.1m 之间。呈夹层产出。调查方法以穿越法为主，以追索法、走访法为辅，调查时对矿山开采可能影响的周边地质环境进行现场核对、描述和测量等，充分了解评估区的重要地质灾害（隐患）点、水文地质、土地资源破坏、地形地貌景观破坏的分布特征。调查时对重要的地质现象进行了记录、拍照，并对原始记录及综合图件都进行 100%的自检和互检，项目负责 100%检查，各类地质资料经检查后，调查人员均依据检查意见进行修改、补充，因此野外调查工

作真实、可靠，满足规范要求。

（3）公众参与

根据对拟损毁土地的分析及复垦区的确认，并走访土地权属所在地，建设单位向公众发布公示公告，公示了建设项目的基本情况、矿山地质环境治理与土地复垦工作的主要内容等。公告通过粘贴方式展示在当地村落公示牌上，并通过书面递交土地权属人征求意见给当地村委会，向土地所有权人介绍项目的复垦工作与复垦方向，收集当地群众对本项目的意见。

（4）方案的编制

方案的文字报告和图件的编制按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）、《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（试行）、《土地复垦方案编制规程》等相关规范进行，方案及图件经单位内部审核，审核结果为合格，方案文字报告和图件的编制工作满足规范要求。

综上所述，本次工作各项成果质量可靠，工作质量满足有关规范的要求。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

1、矿区概况

矿山名称：广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿

矿区位置：雷州市龙门镇

项目性质：采矿权新立登记

开采方式：露天开采

开采矿种：建筑用玄武岩

综合利用：第四系冲洪积层粉质粘土、中风化玄武岩

生产规模：30 万 m³/a

矿区面积：0.1219km²

开采标高：+54.11m 至+22.00m

2、地理位置

矿区位于雷州市县城 183° 方位，直距约 20km 处，金星农场二十三队队部西侧，行政区域隶属雷州市龙门镇管辖。矿区中心地理坐标：东经 110° 05′ 41″，北纬 20° 44′ 07″。

矿区内现状为甘蔗地、水塘、林地等，内部道路为土路，矿区南部有水泥路与国道 G207 连接，距雷州市约 30km 车程，交通较方便（见图 1-1）。

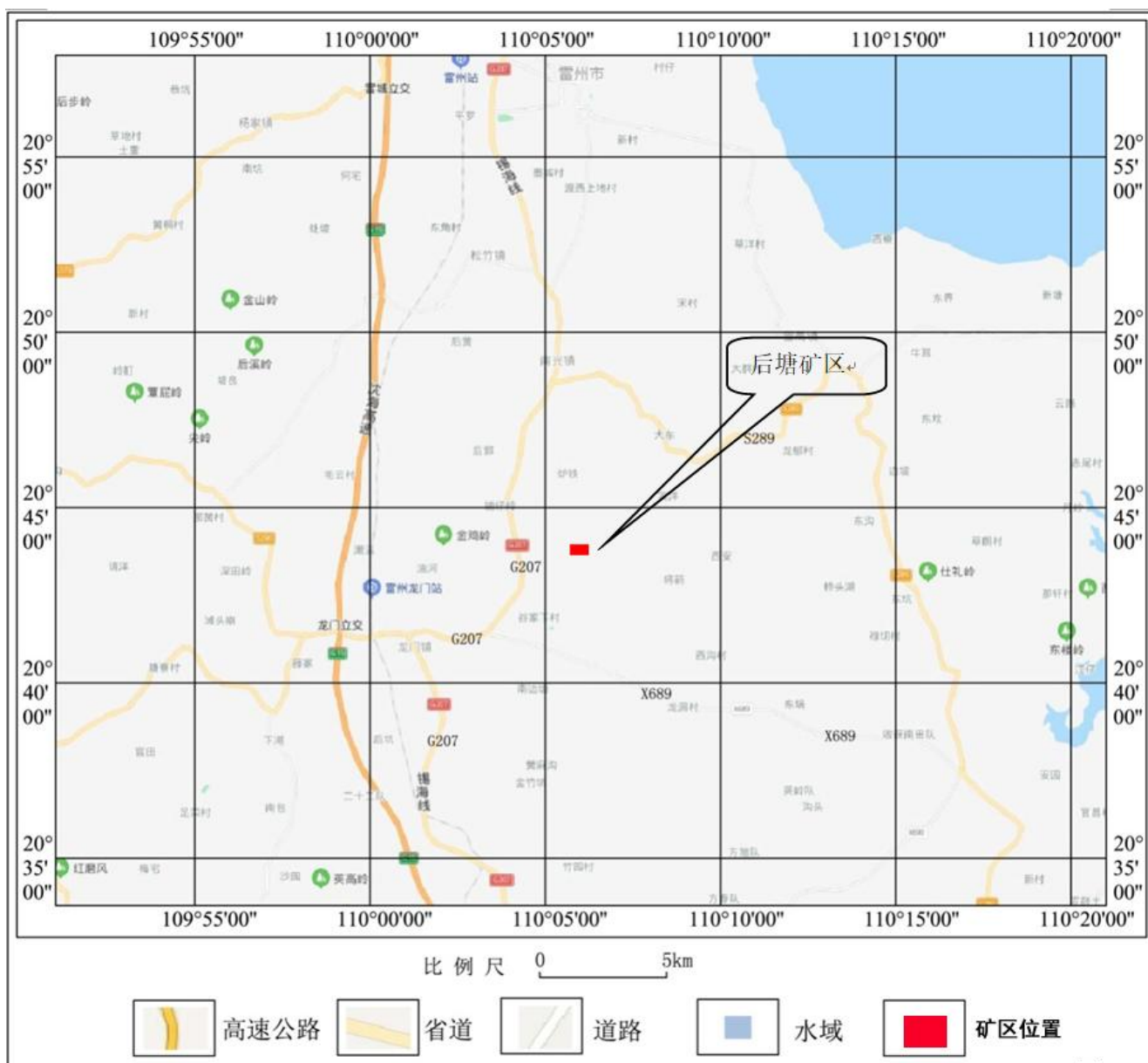


图 1-1 矿区交通位置图

二、矿区范围及拐点坐标

1、矿权设置情况

该矿为新立采矿权矿山，拟设矿权范围内至今仍为矿业权的空白区，无其他探矿、采矿活动。根据“关于实施湛江市 2018 年度第一批次采矿权招标拍卖挂牌出让计划的通知”（湛国土资（地矿）〔2018〕71 号），经湛江市人民政府同意，雷州市自然资源局依法挂牌出让雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿采矿权。拟出让采矿权矿区面积 0.1219km²，由 13 个拐点圈定，依据储量核实及矿区地形，拟申请开采标高为 54.11m 至 22.00m，生产规模为 10 万 m³/年，开采矿种为建筑用玄武岩。拟设置采矿权范围拐点坐

标见表 1-1。

表 1-1 拟设矿区范围拐点坐标表

2000 国家大地坐标系		
序号	X	Y
1	2294110.193	37405521.611
2	2293932.394	37405570.830
3	2293887.944	37405577.970
4	2293841.894	37405629.559
5	2293918.903	37405766.089
6	2293878.423	37405816.889
7	2294076.222	37405983.379
8	2294184.802	37405831.970
9	2294126.072	37405783.550
10	2294319.742	37405570.831
11	2294315.772	37405539.081
12	2294183.223	37405503.361
13	2294125.273	37405543.841

2020 年 11 月，为了办理该矿采矿权出让、合理开发利用矿产资源提供依据，受雷州市自然资源局委托，中国建筑材料工业地质勘查中心广东总队完成编制了《广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿产资源开发利用方案》，并通过了广东省矿业协会组织的专家评审（粤矿协审字[2020]44 号）。

由于矿区周边环境较为复杂，用地条件困难，《开发利用方案》拟设的工业场地（包括破碎站、机汽修车间、产品堆场等）和办公生活区等总图布置所在区域受到用地条件的影响均不能落地实施，因此，采矿权竞得人雷州市和达发展有限公司拟重新选址布置。

同时，现阶段雷州市聚力高质量发展，多个重大基础建设项目已开工，急需砂石料，因此矿山拟扩大生产规模，以支持项目建设。根据《开发利用方案》采出的矿石量，结合相关政策要求，拟由《开发利用方案》10 万 m³/a 生产规模扩大至 30 万 m³/a。因此，受采矿权竞得人雷州市和达发展有限公司委托，广州德一地质勘察有限公司编制《广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》

三、矿山开发利用方案概述

1、建设规模及工程布局

(1)建设规模

根据矿区保有资源储量、开采技术条件，结合市场需求，确定矿山生产规模为 30 万 m³/年。

根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》附录 L 判定矿山生产建设规模为中型。

根据《开发利用方案》开发建设项目投资估算总额约 4687.53 万元。

(2)工程布局

1) 矿山工程布局概况

矿山为采矿权新立登记项目，矿区范围内尚未进行任何开采活动，基本保留原始地形地貌。

根据矿区地质特征、矿体埋藏条件和矿区开采技术条件等，《开发利用方案》设计采用露天开采方式进行开采，公路—汽车开拓运输系统。矿区设露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路等辅助设施。

矿山主要工程分布如下：

①露天采场：采用露天台阶开采方式，露天采场水平投影面积 12.1892hm²，开发利用方案按划定矿区范围设计，采用自上而下分水平台阶进行开采，剥离、开采台阶高度依据覆盖层和矿体厚度及矿山开采设备来进行设计。设计首采部位的标高+54.11m，最低开采至+22.00m。第四系冲洪积层粉质粘土层台阶高度≤8m，终了台阶坡面角 45°；中风化及微风化玄武岩台阶高度≤12m，终了台阶坡面角 70°；安全平台宽度 4m。

根据《开发利用方案（修编）》所示，以矿区的资源储量核实最低标高+22m 作为采场底标高，在矿区边界线范围内，安全、经济、合理的情况下尽可能多地采出矿石。然后在矿区红线范围内，根据地形条件，按上述确定的最终边坡参数，确定底部平台后，自上而下逐台阶作图，最后综合形成露天采矿最终境界图。设计采用分水平台阶开采方式。采用自上往下、分水平台阶式采矿方法。首采区位于矿区西侧中部 2 号勘探线附近，出入沟下降至首剥平台，由中间向北西、东南两侧扩帮形成一定开采空间后，布置+34m 开采平台，工作线沿平行勘探线方向布置，向北西、东南两侧推进。第四系冲洪积层粉质粘土剥离物可暂时堆存于两侧空地。+34m、+22m 终了边坡靠帮时并段处理。

根据矿区地形，结合资源赋存情况，按“采剥并举，剥离先行”的原则。根据境界圈定结果，矿区设首剥平台（+43.6~+46.6m）、34m 平台、22m 平台共 3 个平台。为方便生产作业，34m、22m 平台终了边坡靠帮时并段处理。

②工业场地：根据《开发利用方案（修编）》所示，破碎站设置在矿区 4 号拐点西南侧，直线距离矿区仅约 65m，总占地面积约 2.8999hm²，场地原始地形标高约为 +48.13m~+52.82m，地形平缓、开阔，结合破碎生产工艺，破碎站共设 +53m 和 +50m 共两个生产

及堆场平台。根据矿山成品方案及综合利用方案，破碎站需要进行规格碎石加工，并对中风化层进行一段破碎和储料。破碎规格碎石采用三段一闭路破碎生产工艺流程，产品主要有20-30mm 碎石和10-20mm 碎石以及副产品10mm 以下石粉。中风化玄武岩由于产量不大，视风化程度和用户需要，进行简单破碎加工成碎石回填料，或直接销售砌筑块石。

③剥离层外运转运场：根据《开发利用方案（修编）》所示，由于剥离层的外运条件并非自身能够控制，会受到诸多因素（例如天气、外运途径、路程等）的影响，剥离层外运的时效性可能与矿山的开采、剥离发生一定的延误，因此设计设置了剥离层外运转运场，作为剥离层外运与矿山的开采、剥离的时效性不一致的过度性堆场。同时剥离层外运转运堆场也兼作为复垦用土临时堆场，临时堆存未来矿山复垦所需用土。

剥离层外运转运场设置在破碎站产品堆场平台东侧，场地标高+50m。总占地面积约0.6365hm²（包括料堆面积、汽车装运场地、拦挡设施及截排水设施）。最大堆填高度8m，最大可堆填场地面积约0.4687hm²，该场地最大可暂存剥离层约2.71万m³，该矿主要为凹陷露天开采，估算前2年第四系冲洪积层粉质粘土完成剥离，平均每年产出约为26.33万m³，可临时堆存1.2个月。

④机汽修车间：根据《开发利用方案（修编）》所示，机汽修车间设置在破碎站产品堆场平台南侧，场地标高+50m，机汽修车间总占地面积约0.1928hm²。机、汽修车间布置了部分生产及辅助设施，如小型机修厂和汽修厂、备品备件仓库等。小型机、汽修厂配备普通车床、钻床、磨床等设备，负责矿山机械设备、汽车等日常维护及修理工作。同时汽修厂设置仓库，便于设备零件库存，存取方便。

⑤综合服务区：根据《开发利用方案（修编）》所示，办公生活区设置在机汽修车间南侧，直线距离采场约285m，场地标高+50m，内设主要的生活设施，包括了员工宿舍、医务室、食堂、文娱设施等。办公生活区占地面积约0.7413hm²。

⑥矿山道路：矿山开拓方案为简易公路和局部移动坑线。矿区内修建简易公路延伸至矿区外的附属设施场地，矿区外运输沿用原有的乡村道路。矿山道路占地面积约0.4452hm²。

鉴于矿区地形地貌条件，该矿主要形成凹陷露天采坑，本方案设计总出入沟位于矿区西南侧、2号拐点附近处，运输道路主要采用路堑，进入矿区后，沿着终了采场往北设置路堑，采用环形道路，并一直延伸至最低开采标高。根据矿山的生产能力及配置的

运输设备（自卸汽车）情况，为了保证运输安全和运输能力，路堑宽度为 6m，单车道设置。为了满足矿山运输要求，矿山需要 5 辆额定载重为 15t 的矿用自卸汽车，不设备用

⑦矿山供水：根据《开发利用方案（修编）》所示，矿山用水分生活用水和生产及消防用水两部分。在矿区3号拐点西南侧51m 标高平缓地带设置生产及消防水池，作为采场工作面、破碎站、机汽修车间、剥离层外运转运场、办公生活区的生产及消防用水，容量为150m³。水池用水均来自设置在矿区东侧1#沉砂池，该沉砂池汇水主要来自矿区外围排水沟截水及凹陷坑采场汇水。矿区周边地表水系较发育，不足部分由矿区西南面、工业场地西侧的水塘，塘面面积约52023m²，水塘常年有水，由于该矿生产仅为降尘用水，用水量不大，在水塘一侧设置矿山水源地供水泵站，作为备用水源供给。

矿山生活用水引入当地自来水管网。

⑧矿山防排水系统：根据《开发利用方案》所示，该矿终了属于凹陷露天，采坑无法自流排水，需要在最低生产平台设置集水池及泵房，将场内汇水抽排出场外。

矿山开采面积较大，场外汇水易进入采坑，在矿区外围约5m 处设截水沟，剥离台阶坡底设排水沟，同时在工业场地外围布设截水沟，对流经采场、工业场地的截排水沟汇水均需经过三级沉砂池进行沉淀处理并达到排放标准后方进行外排。

2、矿山拟开采的层位

矿体赋存于湛江组玄武岩中，地表基本为第四系冲洪积层所覆盖，矿体分布标高 22m~46m，矿体埋深 1.5m~30.1m 之间。呈夹层产出，灰黑色，间粒结构或斑状、基质间粒结构，块状、气孔构造。主要矿物成分为拉长石、橄榄石、普通辉石等。

矿体在平面上呈不规则多边形，空间上呈近似契形体，东南侧厚，西北侧薄。

矿区范围内矿体长约 490m，宽 10~390m，厚度 8.6~17.2m，规模为小型，覆盖层厚 1.5~10.6m。

矿体位于第四系冲洪积层粉质粘土及中风化玄武岩以下，为玄武岩微风化的岩体部分，分布标高 22m~46m，相对最大高差为 24m。

3、矿产资源储量

根据中国建筑材料工业地质勘查中心广东总队 2020 年 8 月完成编制的《广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿资源储量核实报告》所示：截止至 2020 年 6 月 30 日，在拟设采矿权范围内探获建筑用玄武岩矿石资源量为 157.67 万 m³，其中控制资源量为 137.42 万 m³，推断资源量为 20.25 万 m³。全矿区剥离体积约为 76.53 万 m³，其中第四系冲洪积层粉质粘土 52.73 万 m³，中风化玄武岩 23.8 万 m³。

4、矿山设计年生产能力及生产服务年限

根据矿床储量规模、矿体的地质特征，经济合理服务年限、市场情况，设计本矿山生产能力为 30 万 m³/年。

矿山计算生产年限约为 5 年，基建期 1 年，闭坑治理期 1 年，总服务年限为 7 年。

5、开采接替顺序、开采方式及采矿方法

矿山采用露天台阶开采方式，总体顺序：自上而下分层开采。根据矿区地理形状及矿体埋藏情况，该矿区设一个采场，采取从上而下分水平台阶开采。

6、矿山固体废弃物及处置

采掘废渣主要为剥离土，其中部分剥离土用于矿山复垦所需，其余剥离土均外运综合利用。按上述方法，矿山废土石对当地环境的破坏程度可降到最低。

7、矿山的废水及处置

(1) 露天采场的排水及处置情况

露天采场采矿中疏排的矿坑水不含有毒有害物质，雨季时含有少量泥沙，经过沉砂池后排放可以基本达到环境标准。总体评估，矿山废水对环境污染甚微。

(2) 生活污水的处置

生活污水排入地埋式生活污水处理装置，经生化、过滤、消毒等处理，达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB/T18920-2002 规定的用水要求后，全部回用于道路洒水、绿化等用水，不外排。

8、矿山土地复绿

(1) 土地复垦

本项目为露天开采，需进行复垦的范围主要为露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路。矿山在生产期间和闭坑后，对露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路等占用的土地进行植树、种草，有计划分步骤地还原其自然生态。因此在矿山生产和管理过程中，应根据不同条件积极认真研究和实施利用剥离的表土和废石进行复垦绿化。

(2) 矿山复垦绿化方案简介

结合实际情况，矿区经过平整覆土后为适宜复垦为园地、林地、坑塘水面。

露天开采终了时，采场终了边坡受坡面角度和平台宽度的限制，难以恢复成完整的林地，在平台外沿修筑挡土墙，后回填植土，种植灌木及藤蔓植物，以实现最终边坡的绿化。安全平台和清扫平台的复绿工作应在矿山生产过程中完成，一旦当终了平台和边

坡形成就应进行复绿工作。

矿区地面标高+44m 以上为正地形开采，+44m 以下为凹陷开采，采场闭坑后将形成一个凹陷采坑，考虑到回填工程的可行性、实际性和回填土方量严重不足等因素，矿山资源开发利用结束后，露天采场+44m 台阶以上复垦为园地，露天采场+44m 台阶以下凹陷段落复垦为坑塘水面。

工业场地、机汽修车间、综合服务区在矿山闭坑后拆除建筑物，建筑废渣和废石一起处理，可回收的砖块留做砌筑截水沟的材料，为提高各区域内植物成活率，各区域还需进行平整和覆土改造，改造后工业场地、机汽修车间、综合服务区复垦为园地。

矿山设边剥离层外运转运场，剥离层外运转运场内堆存表土用于矿山复垦所需，矿山闭坑后对剥离层外运转运场进行土地平整，然后复垦为园地。

矿山闭坑后矿区道路复垦为林地，矿区道路路面保留，并对路面进行平整及压实，道路两侧种植乔木。

9、绿色矿山实施

(1)建设目标

绿色矿山建设，必须在严格遵守《中华人民共和国矿产资源法》等法律法规的前提下，依照国家级绿色矿山建设的九条标准，以实现资源利用高效化、开发方式科学化、企业管理规范化、生产工艺环保化、矿山环境生态化为总体目标，积极推行“开发、节能、环保”的企业管理新模式和绿色生态助推矿山可持续发展的崭新理念，有序推进、分步实施，构建资源、环境和社会效益相协调的矿山发展模式，建立绿色矿山建设长效机制，力争通过五年时间的建设，将该矿山打造成省内一流的绿色矿山企业。

(2)创建绿色矿山基本条件

①依法办矿

- 1、严格遵守《矿产资源法》等法律法规，合法经营，证照齐全，遵纪守法。
- 2、矿产资源开发利用活动符合矿产资源规划的要求和规定，符合国家产业政策。
- 3、认真执行《矿产资源开发利用方案》、《矿山地质环境保护与治理恢复方案》、《矿山土地复垦方案》等。
- 4、三年内未受到相关的行政处罚，未发生严重违法事件。

②规范管理

- 1、积极加入并自觉遵守《绿色矿业公约》，制订有切实可行的绿色矿山建设规划，目标明确，措施得当，责任到位，成效显著。

2、具有健全完善的矿产资源开发利用、环境保护、土地复垦、生态重建、安全生产等规章制度和保障措施。

3、推行企业健康、安全、环保认证和产品质量体系认证、实现矿山管理的科学化、制度化和规范化。

③综合利用

1、按照矿产资源开发规划与设计，较好地完成了资源开发与综合利用指标，技术经济水平居国内同类矿山先进行列。

2、资源利用率达到矿产资源规划要求，矿山开发利用工艺、技术和设备符合矿产资源节约与综合利用鼓励、限制淘汰技术目录的要求，“三率”指标达到或超过国家规定标准。

3、节约资源，保护资源，大力开展矿产资源综合利用，资源利用达国内同行业先进水平。

④技术创新

1、积极开展科技创新和技术革新，矿山企业每年用于科技创新的资金投入不低于矿山企业总产值的 1%。

2、不断改进和优化工艺流程，淘汰落后工艺与产能，生产技术居国内同类矿山先进水平。

3、重视科技进步，发展循环经济，矿山企业的社会、经济和环境效益显著。

⑤节能减排

1、积极开展节能降耗、节能减排工作，节能降耗达国家规定指标。

2、采用无废或少废工艺，成果突出。“三废”排放达标。

⑥环境保护

1、严格执行环境保护“三同时”制度，矿区及周边自然环境得到有效保护。

2、制定矿山环境保护与治理恢复方案，目的明确，措施得当，矿山地质环境恢复治理水平明显高于矿产资源规划确定的本区域平均水平。重视矿山地质灾害防治工作，近三年内未发生重大地质灾害。

3、矿区环境优美，绿化覆盖率达到可绿化区域面积的 80%以上。

⑦土地复垦

1、矿山企业在矿产资源开发设计、开采各阶段中，有切实可行的矿山土地保护和土地复垦方案与措施，并严格实施。

2、坚持“边开采，边复垦”，土地复垦技术先进，资金到位，对矿山压占、损毁而可复垦的土地应得到全面复垦利用，因地制宜，尽可能优先复垦为林地。

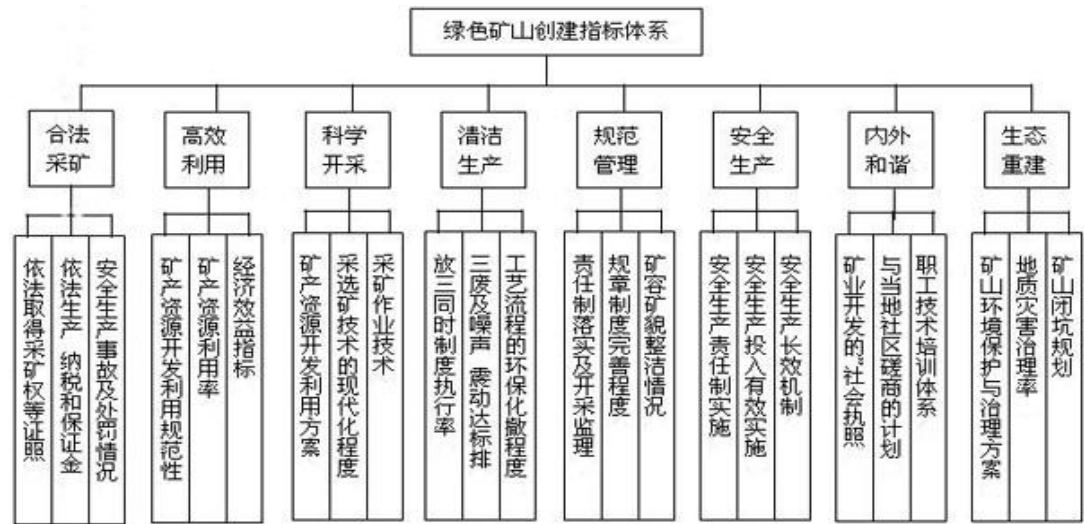
⑧社区和谐

- 1、履行矿山企业社会责任，具有良好的企业形象。
- 2、矿山在生产过程中，及时调整影响社区生活的生产作业，共同应对损害公共利益的重大事件。
- 3、与当地社区建立磋商和协作机制，及时妥善解决各类矛盾，社区关系和谐。

⑨企业文化

- 1、企业文化是企业的灵魂。企业应创建有一套符合企业特点和推进实现企业发展
- 2、拥有一个团结战斗、锐意进取求真务实的企业领导班子和一支高素质的职工队伍。
- 3、企业职工文明建设和职工技术培训系健全，职工物质、体育、文化生活丰富。

(3)绿化解矿山创建标指体系



10、安全生产

(1)矿山企业应当具备下列安全生产条件

①建立、健全矿山企业安全生产责任制；主要负责人、分管负责人、安全生产管理人员、职能部门安全生产岗位责任制；健全和完善以下 16 项安全管理制度：1）安全生产责任制度；2）安全目标管理制度；3）安全例会制度；4）安全检查制度；5）安全教育培训制度；6）设备管理制度；7）危险源管理制度；8）事故隐患排查与整改制度；9）安全技术措施审批制度；10）劳动防护用品管理制度；11）伤亡事故报告和处理制度；12）应急管理制度；13）安全奖惩制度；14）安全生产档案管理制度等；15）职业危害预防制度；16）安全生产费用提取使用制度；制定作业安全规程和各工种操作规程。

- ②安全投入符合安全生产要求，按照有关规定提取安全技术措施专项经费。
- ③设置安全生产管理机构，配备专职安全生产管理人员。
- ④主要负责人和安全生产管理人员的安全生产知识和管理能力经考核合格。
- ⑤特种作业人员经有关业务主管部门考核合格，取得特种作业操作资格证书。
- ⑥其他从业人员按照规定接受安全生产教育和培训，并经考试合格。
- ⑦依法参加工伤保险，为从业人员缴纳工伤保险费。
- ⑧对有职业危害的场所进行定期检测，有防治职业危害的具体措施，并按规定为从业人员配备符合国家标准或行业标准的劳动防护用品。
- ⑨依法进行安全评价。
- ⑩对作业环境安全条件和危险性较大的设备进行定期检测检验，有预防事故的安全技术保障措施。
- ⑪露天边坡等易发生事故的场所、设施、设备，有登记档案和检测、评估报告及监控措施。
- ⑫制订各种事故以及采矿诱发地质灾害等事故的应急救援预案。
- ⑬配备必要的应急救援器材、设备；指定兼职的应急救援人员，并与邻近的事故应急救援组织签订救护协议。

(2)露天矿山开采必须遵守的原则

- ①露天矿山应当采剥并举、剥离先行并自上而下分台阶开采，严禁掏采；台阶高度必须符合有关规定的要求。
- ②危险性较大的矿用挖掘、运输等机械设备应当有定期检验报告，且该报告须在检验有效期内。
- ③露天采场的排水口等处必须采取妥善的防洪措施。
- ④作业前，必须认真检查工作场地，确认电器、机械设备、工具和防护设施处于安全状态，方准作业。
- ⑤工作面发现悬浮大块矿岩时，必须及时处理，处理时必须采取相应的安全措施。
- ⑥采场出现滑坡征兆时，应停止危险区的作业，撤离人员，禁止人员和车辆通行，并报矿有关部门及时处理。
- ⑦因遇大雾、尘雾和照明不良而影响能见度，或因暴风雨、雪或有雷击危险不能坚持正常生产时，应立即停止作业；威胁人身安全时，人员应转移到安全地点。
- ⑧在距坠落高度基准面 2m 以上（含 2m）高处作业时，必须佩带安全带或设置安全

网、护栏等防护设施。

⑨高处作业时，严禁抛掷物件；严禁上下垂直方向双层作业。

⑩遇有六级以上强风时，禁止在露天进行高处作业。

⑪露天开采应优先采用湿式作业。产尘点和产尘设备，应采取综合防尘技术措施。

⑫参照《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）及矿山实际，矿山采取合理的台阶参数，保证岩石边坡的稳定性。

(3)矿区防治水方案

矿区境界外截水沟位置为最终边坡坡顶线外 10m。截水沟顺坡顶线延伸途中，在地势适宜位置可分流到外部原始溪流，以减少矿区排洪负荷。

根据矿山地形特点，开采边界外围设置截水沟。

截水沟主要技术参数有以下几点：

①水力坡度不小于 10‰；

②土层段和裂隙发育的破碎岩层，必须设置防渗层(如防水砂浆罩面)；

③截水沟由高到低随汇水面积增加而扩大过水断面，最小断面不宜小于 0.2m²；

④截水沟全沟段不得有凹陷、倒坡，杜绝汇水泄流；

(4)加强现场安全管理，夯实安全基础

①现场安全管理实现制度化和法制化，严格执行各项安全管理制度和操作规程，坚决纠正有章不循，违章违纪的行为。对于违章、违纪行为要采取行政的、经济的、甚至法律的手段处理。矿山要根据自身实际情况，制定符合实际、便于执行的行政、经济的处罚规定。

②坚持并加强全员、全过程安全教育，不断提高现场作业人员的安全素质和技术水平。作业人员对安全操作规程不仅“应会”而且“应知”，有效防止人的不安全行为。

③各班组兼职安全员、负责班前安全预检、班中布置安全事项、班后进行当班安全情况小结。

④矿山要定期开展安全生产大检查，并做好日常的安全检查工作，定点观察制度，在检查和观察中发现的安全隐患及时整改。

⑤矿山要做好员工的劳动保护工作，关心作业人员的身体健康，定期为接触粉尘作业人员进行健康检查，要为作业人员购买意外伤害和工伤保险。

⑥矿山要建立重大事故应急救援预案，一旦发生特大事故，立即启动预案，防止事故扩大，减少事故损失。

四、矿区开采历史及现状

1、矿山开采历史

该矿为新立采矿权矿山，矿区范围内尚未进行任何开采活动，基本保留原始地形地貌。

2、矿山开采现状

该矿为新立采矿权矿山，矿区范围内尚未进行任何开采活动，基本保留原始地形地貌。

根据中国建筑材料工业地质勘查中心广东总队 2020 年 8 月完成编制的《广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿资源储量核实报告》所示：截止至 2020 年 6 月 30 日，在拟设采矿权范围内探获建筑用玄武岩矿石资源量为 157.67 万 m^3 ，其中控制资源量为 137.42 万 m^3 ，推断资源量为 20.25 万 m^3 。全矿区剥离体积约为 76.53 万 m^3 ，其中第四系冲洪积层粉质粘土 52.73 万 m^3 ，中风化玄武岩 23.8 万 m^3 。

3、矿区周边采矿现状

据野外调查，矿区周边 1km 范围内外无其他采矿活动，大部分地形区域维持原始地貌。

第二章矿区基础信息

一、矿区自然地理

（一）气象

矿区属亚热带湿润性季风气候。光照充足、热量丰富。年平均气温 22℃，最高气温 38.5℃(出现于 1977 年 6 月 8 日)，最低气温 0℃(出现于 1975 年 12 月 2 日和 29 日)，最热月份是 7 月，平均气温 28.4℃，最冷月份是 1 月，平均气温 15.5℃。年平均降雨天数 135 天，平均降雨量 1536.2mm；年平均蒸发量 1690.5mm；最大日降雨量为 273.8mm（2004 年 7 月 19 日）。

（二）水文

矿区内地势相对平坦开阔，地面坡度平缓，总体地势东南高西北低，地表水排泄条件一般，矿区内有 2 处水塘。西南侧水塘面积约 8246m²，根据现场测绳实测，水塘深约 18m，现状水深约 11.5m；西侧水塘面积约 4008m²，塘深约 3m，现状水深约 2m。

（三）地形地貌

矿区属平原地貌，矿区内标高最低+42.01m（西南角），最高+54.11m（位于东侧），最大相对高差 12.10m，总体地势西南高，东北低。基岩基本被第四系覆盖，地形坡度在 5°以下。



图 2-1 矿区地形地貌

（四）植被

矿山为新规划项目，矿区范围内尚未进行任何开采活动，基本保留原始地形地貌，区内种植甘蔗为主，少量桉树、木薯等。

（五）土壤

矿区内占用的地类主要有园地、林地、农村道路、坑塘水面，其中占用农村道路与坑塘水面的区域无表土层，而占用园地与林地地区域地层仅出露第四系，主要为第四系冲洪积层粉质粘土，棕黄色、棕红色，未见其他地层出露，厚度约 1.5~8.0m，其土壤类型为赤红壤，地表土主要为粘性土，由玄武岩风化而成，粉粒含量较高，持水性能强。现状土壤富含铁铝，在 10%以上，有机质含量一般为 2%~3%，植被覆盖较好地段可达 5%，是当地自然肥力最高的一种土壤，适宜种植各类经济作物，特别是热带作物。

矿区外附属设施场地所占用土地的地类主要有园地、林地、草地、农村道路、坑塘水面、裸土地等，其中占用农村道路与坑塘水面的区域无表土层，而占用园地、林地、草地、裸土地的区域现状地表土壤也为赤红壤，主要为粘性土，土壤理化特征与矿区内土壤理化特征接近，是当地自然肥力最高的一种土壤。

二、矿区地质环境背景

（一）区域地质

本区域大地构造位于雷琼断陷盆地，构造格架主要由北东向及北西向基底断裂组成，次为东西向及南北向基底断裂，均为隐伏状，构成网格状构造格架。

区域上第四系地层发育，主要有下更新统湛江组（ $Q_z^{\wedge}$ ）、中更新统北海组（ Q_b ）、石茆岭组（ $Q_s^{\wedge}$ ）、上更新统田洋组（ Q_t ）、湖光岩组（ Q_h ）、徐闻组（ Q_{xw} ）、下录组（ Q_{xl} ）、陆丰组（ Q_l ）及全新统苞西组（ Q_{bx} ）、新寮组（ Q_{xi} ）、灯笼沙组（ Q_{dl} ）和曲界组（ Q_q ）（见图 2-2）。

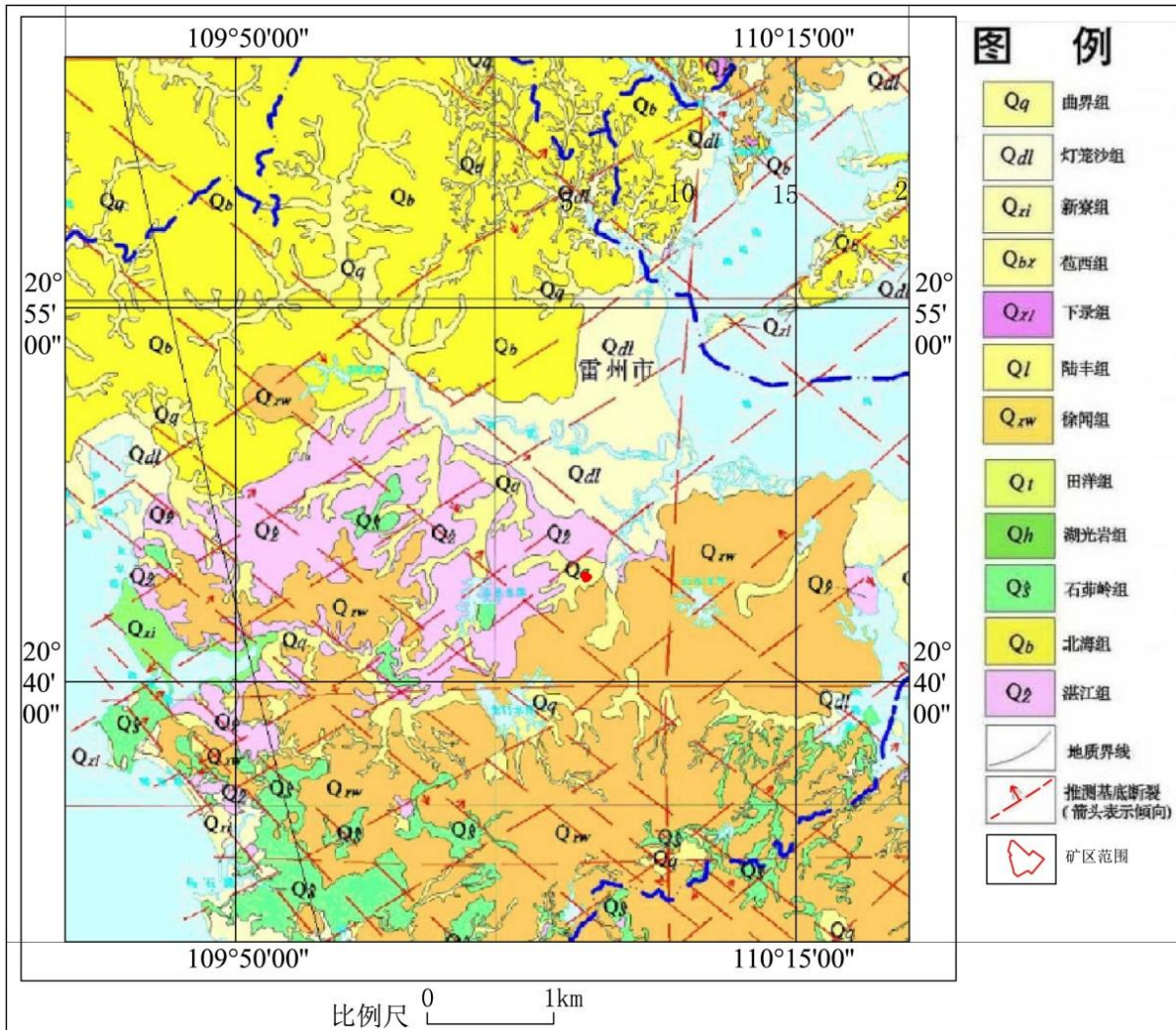


图 2-2 区域地质图（据 1:20 万湛江市幅修编）

（二）矿区地质

1、矿区地层

矿区内地层仅出露第四系，主要为第四系冲洪积层粉质粘土，棕黄色、棕红色，未见其他地层出露，厚度约 1.5~8.0m。

2、矿区地质构造

矿区内暂未见有大的断裂构造。现场调查主要发育两组节理，第一组产状 $350^{\circ} \angle 65^{\circ}$ ，第二组产状 $40^{\circ} \angle 25^{\circ}$ 。

3、岩浆岩

区内岩浆岩为第四纪喷出岩，岩性主要为灰色、灰褐色玄武岩，按其风化程度可分为中风化和微风化岩。

（三）水文地质

1、地下水特征

矿区地下水按赋水条件、水理性质、水力特征分为松散岩类孔隙水和玄武岩孔洞裂隙水。

①松散岩类孔隙水

松散岩类孔隙水的含水层为第四系冲洪积层粉质粘土及玄武岩下部砂层。表层主要为红土，主要为含上层滞水，地下水属于短暂性滞水，局部低洼处形成孔隙含水层，富水性极弱，水量贫乏。玄武岩下部主要为粉质粘土及砂层，属于承压水，富水性较好。

②玄武岩孔洞裂隙水

主要赋存于气孔状玄武岩以及风化裂隙中。根据矿区地质填图及钻探资料，矿区东南部玄武岩底板由于冷却迅速出现气孔构造，并由于冷凝收缩作用而破碎成块状熔岩，形成孔洞裂隙水。

③相对隔水层

主要为致密状玄武岩。根据矿区钻探资料情况，岩石新鲜完整，裂隙不发育，水量极贫乏，为相对隔水层。

表 2-1 矿区静止水位一览表

序号	线号	钻孔编号	孔深 (m)	水位埋深 (m)	水位标高 (m)
1	1	ZK101	30.1	8.4	43.92
2		ZK102	31.7	9.5	44.6
3	2	ZK201	30.0	1.8	45.25
4		ZK202	24.0	4.6	45.90
5	3	ZK301	20.3	0.2	47.15
6		ZK302	20.7	0.3	47.03

2、地下水补给、径流和排泄条件

本区地下水的补径排条件与含水层类型、所在地势等密切相关。矿区属雷州半岛火山岩地区，地下水补给来源主要为降雨，其次是水库和渠道渗漏。降雨渗入量最主要受第四系冲洪积层粉质粘土厚度控制，粘土越厚入渗越难。区内水塘汇集地表水流，为降雨下渗创造条件。

3、矿坑充水量预测

①矿坑充水因素

矿区为一凹陷露天型矿山，矿体(层)本来就是含水层(体)，地下水受大气降水及地表水的补给，矿区附近地表水发育，矿坑水主要来源于大气降水及地下水补给。

②预测矿坑涌水量

预测未来矿坑涌水量是一项重要而复杂的工作，它对矿产技术经济评价有很大的影响，也是开采设计部门制定疏干措施、确定排水设备及生产能力的主要依据，为此进行评价矿坑涌水量计算，本次主要预测矿床开采地段矿坑涌水量。

A、边界条件

矿区地下水含水层为承压含水层，其补给来源为大气降雨。依矿区地形，四周布设排水沟，采区集雨区约为121900m²，采区涌水量主要为集雨区集雨以及矿坑涌水组成(Q)。

B、集雨区集雨计算公式 $Q_1 = FA\psi$

式中：Q₁—大气降水量补给(m³)；

F—采场外围地形比矿区内地形较低大气降水可能汇入采坑的集水面积 121900m²；

A—日最大降雨量 273.8mm/d；日平均降雨量 4.21mm/d

ψ —地表迳流系数 0.8；

计算得到：大气降雨最大聚集量 Q₁ 为 26701m³/d，正常集雨量 410 m³/d。

C、矿坑涌水

在开采矿体时，基岩裂隙水水量下，由于矿体埋深不一，下部砂层含水层为承压含水层，涌水量较大。为简化计算，将其视为无限承压含水层。随着矿体开采及矿坑水的疏排，承压水头降至含水层顶板以下，矿体底板附近出现无压区，而远离开采矿体底板的周围仍保持承压状态。根据水文地质条件，适用承压～无压完整井的涌水量公式计算矿井涌水量：

$$Q = \frac{\pi K(2H - M)M}{\ln \frac{R_0}{r_0}}$$

式中， Q ——矿井涌水量（ m^3/d ）；

K ——渗透系数（ m/d ）；

M ——含水层厚度（ m ）；

S ——疏排设计降深，为自然水位至疏干标高的距离（ m ）；

H ——初始水位（以含水层底板为基准）（ m ）；

R_0 ——含水层的引用补给半径（ m ）， $R_0 = r_0 + 10S\sqrt{K}$ ；

r_0 ——引用半径（ m ）； $r_0 = (F/\pi)^{1/2}$ ， F 为先期开采地段面积（ km^2 ）。

（1）渗透系数（ K ）值的确定：采用抽水试验砂层 11m 含水层抽水试验所计算的渗透系数，得 $K=0.405\text{m}/\text{d}$

（2）水柱高度（ H ）值的确定： $H=28.7\text{m}$ （以 ZK201 砂层含水层底板为基准）。

（3）含水层厚度（ M ）值的确定：选取 ZK201 砂层厚度，得 $M=11\text{m}$ 。

（4）疏干水位降深（ S ）值的确定：取自然水位标高平均值至矿体最低可采标高的距离，得 $S=45.6-20=25.6\text{m}$ 。

（5）引用半径（ r_0 ）值的确定：采用可采范围面积，即本次整个勘查区面积， $F=0.1219\text{km}^2$ ， $r_0=(F/\pi)^{1/2}=197\text{m}$ 。

（6）引用影响半径（ R_0 ）值的确定：根据 $R_0=r_0+R$ ， $R_0=254.79\text{m}$ 。

根据公式进行涌水量预测，将计算参数代入公式，计算得到砂层含水层正常涌水量为 $338\text{m}^3/\text{d}$ 。根据经验，最大涌水量采用正常涌水量的 1.5 倍，以此计算最大涌水量为 $507\text{m}^3/\text{d}$ 。

综上，矿坑正常总涌水量（集雨量和地下水涌水量之和） $748\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量为 $27208\text{m}^3/\text{d}$ 。

4、矿区水文地质条件评价

拟设置采矿权开标标高 $54.11\sim 22.00\text{m}$ ，最低开采标高 22.00m ，拟设置采矿权范围内地形最低标高为 42.01m 。矿体开采为负地形开采，矿坑内充水不能自排，需要借助于水泵抽排将矿坑内充水排出，故矿区水文地质条件总体为中等。

为防止大气降水和地表水大量流入矿坑，建议沿矿区开采边界外围开挖截排洪(水)沟，使矿坑内地表水迅速排泄入附近河沟中。

(四) 工程地质

1、矿区工程地质特征

矿区岩土体主要划分为松散岩组、坚硬岩组。

松散岩组：

粉质粘土（层号 1）：棕黄色、棕红色，可塑，较湿，岩芯松散，厚度约 1.5～8.0m，平均 4.8m。

坚硬岩组：

中风化玄武岩（层号 2）：主要为玄武岩中风化产物，深灰色、灰黑色，岩芯多呈碎块状，岩石质量较差。厚 0.8～4.9m，平均为 2.9m。

中风化多孔玄武岩（层号 3）：深灰色，岩石风化变色，裂隙发育，气孔、杏仁状构造，一般位于靠近矿体下部夹层中，厚度 0～3.2m。

微风化致密玄武岩（层号 4）：主要为致密状玄武岩微风化层，灰黑色，间粒结构或斑状、基质间粒结构，块状、气孔构造。主要矿物成分为拉长石、橄榄石、辉石等。其抗压强度一般 $\geq 80.0\text{MPa}$ 。厚 8.4～18.6m。

2、矿区工程地质条件类型

该矿区工程地质特征分为松散极软岩组和完整坚硬岩组，后者属完整或较完整岩体，矿石质量较好。边坡属稳定性边坡，边坡最大高度达 19.6m，矿山采用凹陷开采，矿山作业时可能引起岩质边坡崩塌/滑坡；矿体上覆粉质粘土及玄武岩碎块的覆盖层厚度 1.5～8.0m，平均 4.8m，厚度变化较大且分布不均匀。因此该矿区工程地质条件为中等类型。

小节：根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》（广东省地质灾害防治协会，2018 年 1 月）附录 K.2 露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表，判定矿床开采工程地质条件属中等类型，对矿山开采的影响程度中等。

（五）矿体地质特征

1、矿体特征

矿体赋存于湛江组玄武岩中，地表基本为第四系冲洪积层所覆盖，矿体分布标高 22m~46m，矿体埋深 1.5m~30.1m 之间。呈夹层产出，灰黑色，间粒结构或斑状、基质间粒结构，块状、气孔构造。主要矿物成分为拉长石、橄榄石、普通辉石等。

矿体在平面上呈不规则多边形，空间上呈近似楔形体，东南侧厚，西北侧薄。

矿区范围内矿体长约 490m，宽 10~390m，厚度 8.6~17.2m，规模为小型，覆盖层厚 1.5~10.6m。

矿体位于第四系冲洪积层粉质粘土及中风化玄武岩以下，为玄武岩微风化的岩体部分，分布标高 22m~46m，相对最大高差为 24m。

2、矿石特征

①矿石物质组成

本矿区矿石自然类型为灰黑色玄武岩，块状、气孔构造，结构包括两种类型：一为间粒结构；二为斑状、基质间粒结构。类型一主要分布于矿区南侧，类型二主要分布于矿区中部及北侧。工业类型为建筑用玄武岩石料。

根据矿鉴定结果，类型一主要矿物含量为拉长石40%，单斜辉石42%~44%，斜方辉石5%，橄榄石3%，不透明矿物及铁质2%~4%，气孔及杏仁体6%。类型二主要矿物含量为拉长石40%~42%，单斜辉石37%~40%，斜方辉石7%~8%，橄榄石2%，不透明矿物及铁质4%，气孔及杏仁体6%~8%。该矿区的矿物含量较稳定，变化不大。

②矿石化学成分

矿石化学成分：SiO₂ 占51.32%~52.70%，TiO₂ 占1.2%，Al₂O₃ 占15.52%~15.73%，CaO 占8.44%~8.63%，MgO 占7.56%~7.66%。

③矿石的饱和抗压强度

矿石饱和抗压强度一般83.9~127.9Mpa，平均为99.7MPa，满足抗压强度工业指标要求。

④岩石的密度

矿区中矿石的小体积质量样，采自于钻孔的新鲜岩石样，进行小体重测试，

矿石小体积质量平均为 $2.688\text{g}/\text{cm}^3$ ，矿石湿度平均为 0.573% 。

⑤矿石放射性特征

根据《储量核实报告》所示，采集钻孔矿石样品2个，样品编号分别为：FS1、FS2。放射性核元素的比活度为：CRa 小于 $10.24\text{Bq}/\text{kg}$ ；CTh 小于 $8.81\text{Bq}/\text{kg}$ ；Ck（ $97.26\sim 152.13\text{Bq}/\text{kg}$ ）。照射指数为：内照射指数 I_{Ra} 为小于 0.051 ，外照射指数 I_{r} 为 $0.042\sim 0.076$ 。

矿石放射性符合 A 类标准要求，其产销与使用范围不受限制。

⑥其他测试分析

硫酸盐及硫化物分析：矿区矿石类型单一，为气孔玄武岩，所以采取1件岩矿样品进行试验，样品具有代表性，结果可靠。硫酸盐及硫化物分析由广东省地质局第四地质大队化验室完成。矿石硫酸盐及硫化物(以 SO_3 计) $0.1\%\sim 0.41\% < 0.5\%$ ，符合 I 类碎石指标要求。

岩石压碎指标 $10.4\%\sim 12\% \leq 12\%$ ，符合 I 类碎石指标要求。

⑦矿石工业利用性能评价

矿区内矿石的物理抗压强度：样品基本在 80MPa 以上，符合国家《建设用卵石、碎石》（GB/T14685-2011）的标准，矿石按岩石强度分类属硬质岩石，可达到一般民用建筑用石料的要求；矿石的放射性符合国家《民用建筑工程室内环境污染控制范围》GB50325-2010建筑用石料的指标，可作为建筑主体材料，及 A 类装修材料，其产销与使用范围不受限制。

3、元素特征

矿区矿石各元素含量均在正常岩石元素含量范围内，而采矿是爆破/挖掘/矿石装运/破碎，没有选冶工艺，一般不产生影响环境的有害元素。

三、矿区社会经济概况

本矿区行政区隶属雷州市龙门镇管辖，龙门镇地处雷州市中南部，行政区域面积410.2平方千米，解放初期，龙门镇境域为第七区。1987年，建龙门镇。截至2021年10月31日，龙门镇辖6个社区、21个行政村；镇人民政府驻地龙门圩。

龙门镇境内大部分是玄武岩台地，东高西底，属红黏土地带，坡地多，坑田少。龙门镇农业以种植业为主，截止去年农业总产值达3.6亿元，比上年增长5%，其中农业产值3.1亿元，比上年增长6%。

矿区所属雷州市处于北部湾经济区的前缘，靠近雷州湾渔场、北部湾两大天然渔场，港、渔、景、油、涂、海洋能等海洋资源十分丰富。雷州市土地肥沃，农业资源十分丰富，以盛产水稻、糖蔗、花生、芒果、菠萝、香蕉、西瓜、蔬菜等农作物闻名；林业种植发达，种植桉树林150万亩，是全国最大的桉树林基地之一。

四、矿区土地利用现状

（一）矿区土地利用现状

1、土地利用现状

根据《雷州市龙门镇 2022 年度土地利用现状图（局部）》与占用土地分类权属面积汇总表，并结合《开发利用方案（修编）》，矿区内划有露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路，矿区范围内土地利用现状为园地、林地、草地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地，矿区土地利用现状具体地类如表 2-1 所示。

表 2-1 矿区土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 hm ²
02	园地	0201	果园	13.7870
		0204	其他园地	0.1405
03	林地	0301	乔木林地	0.5651
		0307	其他林地	0.6902
04	草地	0404	其他草地	0.0418
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.4508
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	1.2569
		1107	沟渠	0.1681
12	其他土地	1206	裸土地	0.0045
合 计				17.1049

2、土地权属

采矿建设活动损毁土地所有权和使用权属国有土地与农村集体所有制土地，其中矿区范围属国有土地及大古经济合作社（农民集体）、后坑经济合作社（农民集体）、金星农场所有；矿区外附属设施场地所损毁土地所有权和使用权属国有土地及金星农场所有，土地承包经营权和复垦责任人为雷州市和达发展有限公司，详见表 2-2。

表 2-2 复垦区的土地权属说明表

拟 征 占 (用) 土 地 分 类 权 属 地 类 面 积 汇 总 表 (2022年度土地利用现状数据)

项目名称:广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿土地复垦

项目所在地:雷州市

单位:公顷

序号	范围	权属单位	权属类别	总计	农用地												未利用地	
					合计	种植园用地			林地			草地	交通运输用地	水域及水利设施用地				其他土地
						小计	果园	其他园地	小计	乔木林地	其他林地	其他草地	农村道路	小计	水库水面	坑塘水面	沟渠	裸土地
1	矿区范围及 区内土地 复垦范围	大古经济合作社 农民集体	集体土地所 有权	0.5662	0.5662	0.1893	0.1893		0.3769	0.3769								
2		大古经济合作社 农民集体	集体土地所 有权	1.9237	1.9237	1.8947	1.8947		0.0006	0.0003	0.0003			0.0284			0.0284	
3		后坑经济合作社 农民集体	集体土地所 有权	1.6720	1.6720	0.7416	0.7416		0.3166	0.0116	0.3050			0.6138		0.5214	0.0924	
4		金星农场对该地 提出异议	争议地	2.6808	2.6808	1.7499	1.7489	0.0010	0.2116	0.1752	0.0364		0.1123	0.6070		0.5994	0.0076	
5		金星农场对该地 提出异议	争议地	0.0100	0.0100	0.0089	0.0089		0.0011	0.0011								
6		国有土地所有权		5.3365	5.3365	4.7864	4.6469	0.1395	0.3204		0.3204		0.0787	0.1510		0.1113	0.0397	
7		集体合计		6.8527	6.8527	4.5844	4.5834	0.0010	0.9068	0.5651	0.3417		0.1123	1.2492		1.1208	0.1284	
8		小计		12.1892	12.1892	9.3708	9.2303	0.1405	1.2272	0.5651	0.6621		0.1910	1.4002		1.2321	0.1681	
9	矿区外土地 复垦范围	金星农场对该地 提出异议	争议地	0.0245	0.0245									0.0245		0.0245		
10		国有土地所 有权		4.8912	4.8867	4.5567	4.5567		0.0281		0.0281	0.0418	0.2598	0.0003		0.0003		0.0045
11		小计		4.9157	4.9112	4.5567	4.5567		0.0281		0.0281	0.0418	0.2598	0.0248		0.0248		0.0045

填报单位:

填报人:

审核人:

填报日期: 2024年1月29日

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

矿山为新规划项目，现状未开采，矿区均维持为原始地貌。总体评述，矿区内现状对原始的环境未造成破坏，对地质环境的影响较轻。

据现场地调查，矿区周边存在敏感点：矿区东侧145m 处为金星农场二十三队队部居民区。



图2-3 矿区周边环境敏感点分布示意图

矿山未来开采产生的粉尘、噪音等将会对矿区外东侧居民区造成环境影响，为了尽可能减少矿山开采产生的粉尘、噪音、水土流失对周边居民区的影响，矿山未来开采期间需要做好降尘、降噪、防止水土流失等措施。

根据《开发利用方案（修编）》所示，由于矿区周边居民点距离矿区范围较近，且在300m 爆破警戒线之内，该矿山为凹陷露天开采方式，设计距离居民区、破碎站设备设施200m 范围内采用松动爆破的方式，大于200m 范围区域采用一般爆破方式，具体如下：

矿区周边环境涉及金星农场二十三队队部居民区，距离矿区仅约145m，根据周边环境、岩石特性和爆破安全的要求，应用爆破安全理论论证、安全验算、安全评估及同类工程设计经验，考虑施工经济成本。距离金星农场二十三队队部

200m 范围内为采用松动爆破施工，200m 范围以外区域为深孔台阶爆破施工区域。矿区东侧红线范围外5m 处设置立面防护体，减低矿区对二十三队队部的干扰。

同时，该矿破碎站（含剥离层外运转运场）距离矿区最近仅约80m，为了减少矿山开采（爆破）对破碎站的影响，本方案距离破碎站200m 范围内为采用松动爆破施工，200m 范围以外区域为深孔台阶爆破施工区域。

松动爆破炸药选用乳化炸药， $\Phi 75\text{mm}$ 药卷，雷管使用电子智能雷管，起爆方式设计采用反向起爆方式，每孔安放两个雷管，分别装在底部和装药的中部，起爆网络联接方式为簇联的方式。采用梯段微差控制爆破技术，梯段微差间隔时间25~75ms，孔网布置形式设计采用梅花形布孔，台阶高度控制 $\leq 10\text{m}$ （12m 台阶高度分两次爆破），并保持孔底在同一高程，以利后续爆破清运施。

深孔爆破采用反向起爆方式，大块二次破碎采用液压锤破碎，采用潜孔钻机进行穿孔，孔网布置形式设计采用梅花形布孔，炮孔为垂直孔，台阶爆破采用深孔微差爆破技术，数码电子雷管起爆网络，采用乳化炸药爆破。

1、表层第四系冲洪积层粉质粘土采用机械开挖，先用挖掘机修筑施工便道将上部粘土进行清理。为钻孔作业创造一定作业条件。

2、中风化层、微风化层设计距离金星农场二十三队队部200m 范围内采用松动爆破施工，200m 以上范围采用一般爆破施工。在矿区东侧红线范围外5m 内架设立面防护体（双层钢管支架，长560m，高9.0m，呈阶梯支撑，挂双面安全网）。

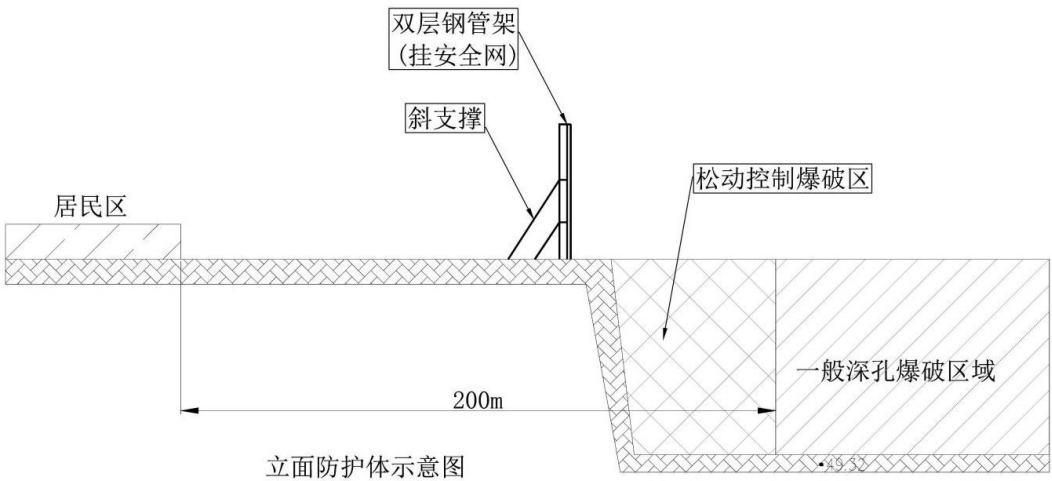


图2-4 爆破安全技术及立面防护剖面图（摘自《开发利用方案（修编）》）



图2-5 爆破作业安全技术设计及立面防护平面示意图（摘自《开发利用方案（修编）》）

3、爆破采用露天深孔爆破，垂直孔为主，从上至下分层开挖的方案。选用 $\Phi 90\text{mm}$ 液压潜孔钻机，使用 $\Phi 60\text{mm}$ 条形乳化炸药，台阶高度12m，爆破施工方向朝向西北面空旷位置，避开金星农场二十三队队部居民区。

4、二次破碎杜绝炸药解炮，采用液压破碎锤机械破碎的方式，防止飞石危害。

注：本章节介绍的爆破安全内容全部摘自于《开发利用方案（修编）》，由于矿区距离周边居民区距离不足300m，矿山的爆破安全技术设计须得到安监部门认可批准。

矿山地质环境条件小结：评估区雨量充沛，地表水体较发育，气象水文条件为简单；矿山地形地貌条件为简单；地层岩性与地质构造条件为中等；区域地壳稳定性属基本稳定；水文地质条件为中等；工程地质条件为中等；矿体地质特征复杂程度为中等；根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》附录 K.2判定本矿山地质环境条件复杂程度为中等。

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

本矿周边矿山地质环境治理与土地复垦案例有广东省雷州市草罗岭矿区建筑、回填料玄武岩矿项目（以下简称“草罗岭矿区”），草罗岭矿区位于雷州市火炬农场，开采矿种为建筑、回填料玄武岩矿，开采方式为露天开采方式，与本矿区开采方式相同，且采用边开采边复垦治理方式，目前正在进行边开采边实施矿山地质环境治理与土地复垦工程，草罗岭矿区开采方式、开采矿种、地理位置与本矿相同，本矿可以借鉴部分环境治理和土地复垦的措施，其对比如下表2-3。

表 2-3 本矿与草罗岭矿区特征及治理与复垦工程对比表

石场 项目	草罗岭矿区	本矿	备注
矿区地理位置	雷州市火炬农场	雷州市龙门镇	/
开采矿种	建筑、回填料玄武岩	建筑用玄武岩	/
开采方式	露天开采	露天开采	/
生产规模	380 万 m ³ /a	30 万 m ³ /a	/
矿区面积	2.1880km ²	0.1219km ²	/
开采年限	30 年	16 年	/
露天采场 治理工程	边坡巡查与监测		/
	已开采完毕台阶修筑挡土墙与排水沟，并回填土种植乔木草种	可以借鉴/部分借鉴	正地形开采完毕台阶修筑挡土墙与排水沟，并回填土种植乔木草种
	露天采场正地形台阶复垦为林地	可以借鉴/部分借鉴	正地形台阶复垦为园地
	露天采场凹陷开采复垦为坑塘水面	可以借鉴	底板复垦为坑塘水面
工业场地 治理工程	闭坑后生产线拆除，然后复垦为耕地、园地	可以借鉴/部分借鉴	拆除构建，其次对场地内复垦为园地
办公生活区 治理工程	闭坑后拆除办公生活区的办公设备，然后复垦为林地	可以借鉴/部分借鉴	拆除构建，其次对场地内复垦为园地
排土场 治理工程	排土场内堆排土作复垦回填用土，闭坑后整平场地，然后复垦为园地	可以借鉴/部分借鉴	剥离层外运转场内部分土作复垦回填用土，部分外运综合利用，然后整平场地复垦为园地
矿区道路 治理工程	矿山公路保留做为以后上山复垦管护道路	可以借鉴	在道路两旁增补植树各一排，间距 2.5m，矿区道路路面保留，交由地方及林业部门使用
复垦措施	采取乔、灌、草复垦采场的台阶、工业场地、排土场、综合服务区、矿区道路等范围	可以借鉴/部分借鉴	根据地方总体规划可复垦为园地、林地、坑塘水面

第三章矿山地质环境影响和土地损毁评估

一、矿区地质环境与土地资源调查概述

（一）矿山地质环境调查概述

专业技术人员进行矿山地质环境调查，以经过修测的 1:2000 地形地质图作为此次工作用手图。

根据现场踏勘成果及采场现状，确定调查区范围：以矿区功能区（露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路）为中心确定本次调查范围为矿山采矿活动最大的影响范围及可能影响区域，确定现场调查范围面积约 72.6106hm²。

对之前踏勘选取的 2 条穿越调查区的调查路线进行了矿山地质环境调查：采用穿越法进行的矿山地质环境调查，调查路线上点距 100~200m。

定点采用 GPS 卫星定位仪、罗盘交汇法并结合标志性地物综合确定；用地质调查点、线结合的形式将各地质现象，通过点、线观察、工程测量、记录、取样测试等手段，将地层界线、地质构造产状、地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境污染问题等要素填绘于表、文、图中。

（二）土地资源调查概述

收集：广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿项目 2022 年度土地利用现状图、土地利用总体规划图（2010-2020 年）局部，专业技术人员进行土地资源等调查，以经过修测的 1:2000 地形地质图作为此次工作用手图，对现场损毁土地范围进行调查核对、对照土地利用现状图进行土地类型的确定。现场调查期间到自然资源部门及当地村委确定了矿区所在地土地所有权人、使用权人。

二、矿山地质环境影响评估

（一）评估范围和评估级别

1、评估范围

根据本矿床地质特征及矿山地质环境条件，矿山开采可能引发地质环境问题和地质灾害（主要包括露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路等用地区域可能引发的崩塌、滑坡、含水层破坏、土地资源破坏和地形地貌景观破坏等），确定本次方案编制的范围为矿山活动最大的影响范围。根据开发利用方案，结合矿山地质环境综合调查成果分析研究，评估范围确定的主要考虑因素包括：①开采范围和开采方式；②矿山附属设施影响范围；③矿山开采可能影响范围。

依据评估区划定原则，划定调查区范围，具体边界划分如下：

北侧评估边界：沿矿区北部边界向北外扩至采矿活动可能影响区域，并将300m爆破影响范围纳入评估区。

东侧评估边界：沿矿区东部边界向东外扩至采矿活动可能影响区域，并将300m爆破影响范围纳入评估区。

南侧评估边界：将采矿配套设施（工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路）可能造成地质环境影响的区域纳入评估区范围。

西侧评估边界：沿矿区西部边界向西外扩至采矿活动可能影响区域，并将300m爆破影响范围纳入评估区。

将各评估边界相连形成评估范围，评估区面积约 72.6106hm²。

2、评估级别

（1）评估区重要程度分级

矿区周边居民居住分散，居民集中居住区人口在 200~500 人之间；矿区周边存在工业厂区、水库、居民点；评估区内有小型水源地；评估区矿山建设及采矿活动破坏土地类型为园地、林地、草地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地，矿山预测破坏土地面积 17.1049hm²，根据《广东省矿山地质环境保护

与土地复垦方案编制指南（试行）》附录 J 综合判定评估区重要程度分级为**重要区**。

表 3-1 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
1.分布有 500 人以上的居民集中居住区	1.分布有 200~500 人的居民集中居住区	1.居民居住分散,居民集中居住区人口在 200 人以下
2.分布有高速公路、一级公路、铁路,重要湖泊,中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施	2.分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施	2.无重要交通要道或建筑设施
3.矿区紧邻国家级自然保护区(含地质公园、风景名胜等)或重要旅游景区(点)	3.紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区(点)	3.远离各级自然保护区及旅游景区(点)
4.有大型水源地	4.有中型水源地	4.有小型水源地
5.破坏耕地、园地	5.破坏林地、草地	5.破坏其它类型土地
注:评估区重要程度分级确定采取上一级别优先的原则,只要有一条符合者即为该级别。		

(2) 矿山生产建设规模分类

设计确定的矿山生产建设规模为 30 万 m³/年,根据广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）附录 L 判定矿山生产建设规模为**大型**。

(3) 矿山地质环境条件复杂程度分级

根据调查和对收集资料的分析,矿山属露天开采,根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》附录 K,综合评价评估区内水文地质、工程地质、地质构造、地形地貌、矿山开采和矿山地质环境影响等条件,确定矿山地质环境条件复杂程度为**中等**（表 3-2）。

表 3-2 矿山地质环境条件复杂程度综合评价表

复杂	中等	简单
1.采场矿层（体）位于地下水位以下,采场汇水面积大,采场进水边界复杂,与区域含水层或地表水联系密切,地下水补给、径流条件好,采场正常汇水量大于 10000 m ³ /d;采矿活动和疏干排水容易导致区域主要含水层破坏。	1.采场矿层（体）局部位地下水位以下,采场汇水面积较大,与区域含水层或地表水联系较密切,采场正常涌水量 3000 m ³ /d~10000 m ³ /d;采矿和疏干排水比较容易导致矿区周围主要含水层影响或破坏。	1.采场矿层（体）位于地下水位以上,采场汇水面积小,与区域含水层或地表水联系密切,采场正常涌水量小于 3000 m ³ /d;采矿和疏干排水不易导致矿区周围主要含水层的影响或破坏。
2.矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主,软弱结构面、不良工程地质层发育,存在饱水软弱岩层或松散软弱岩层,含水砂层多,分布广,残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m、稳固性差,采场岩石边坡风化破碎或土层松软,边坡外倾软弱结构面或危岩发育,易导致边坡失稳。	2.矿床围岩岩体结构以薄到厚层状结构为主,软弱结构面、不良工程地质层发育中等,存在饱水软弱岩层和含水砂层,残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 5m~10m、稳固性较差,采场边坡岩石风化较破碎,边坡存在外倾软弱结构面或危岩,局部可能产生边坡失稳。	2.矿床围岩岩体结构以巨厚层状-块状整体结构为主,软弱结构面、不良工程地质层不发育,残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5m、稳固性较好,采场边坡岩石较完整到完整,土层薄,边坡基本不存在外倾软弱结构面或危岩,边坡较稳定。

3.地质构造复杂。矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有全新世活动断裂，导水断裂切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带）或沟通地表水体，导水性强，对采场充水影响大。	3.地质构造较复杂。矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性差，对采场充水影响较大。	3.地质构造较简单。矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造较不发育，断裂未切割矿层（体）围岩、覆岩，对采场充水影响小。
4.现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多、危害大。	4.现状条件下，矿山地质环境问题的类型较多、危害较大。	4.现状条件下，矿山地质环境问题的类型少、危害小。
5.采场面积及采场深度大，边坡不稳定易产生地质灾害。	5.采场面积及采场深度较大，边坡较不稳定，较易产生地质灾害。	5.采场面积及采场深度小，边坡较稳定，不易产生地质灾害。
6.地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35°，相对高差大，高坡方向岩层倾向与采场斜坡多为同向。	6.地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，自然排水条件一般，地形坡度一般大于 20°~35°，相对高差较大，高坡方向岩层倾向与采场斜坡多为斜交。	6.地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形较平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20°，相对高差较小，高坡方向岩层倾向与采场斜坡多为反向坡。
注：采取就上原则，6 条中中要有一条满足某一级别，应定为该级别。		

（4）矿山环境影响评估结果

综上所述，评估区为**重要区**、矿山生产建设规模为**大型**、矿山地质环境条件复杂程度为**中等**，对照《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》附录 I，确定矿山地质环境影响评估等级为**一级**。

表 3-3 矿山地质环境影响评估精度分级表

评估区 重要程度	矿山生产建设规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	一级	一级
	小型	一级	一级	二级
较重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	二级	二级
	小型	一级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	一级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

（二）矿山地质灾害现状分析与预测

1、矿山地质灾害现状分析评估

（1）地质灾害类型及特征

根据实地调查，矿山为新建矿山，现状未开采，维持原始地形地貌形态，现状矿山边坡整体稳定，评估区内未发现崩塌、滑坡及泥石流地质灾害现象。

（2）地质灾害危险性现状评估

现状评估区内未发现有崩塌、滑坡及泥石流等地质灾害，对矿山地质环境影响程度为较轻。

2、矿山地质灾害预测评估

在现状评估的基础上，根据评估区地质环境条件，结合矿山“开发利用方案”的工程布局、开采方式等，预测矿山开采可能引发的地质灾害，主要有崩塌、滑坡、泥石流，矿山开采建设还可能遭受上述地质灾害的危害，评估内容如下：

（1）采矿活动可能引发的地质灾害

崩塌或滑坡预测评估

矿山建设及采矿活动形成人工开挖边坡，包括露天采场边坡、外运转运场边坡、工业场地边坡、综合服务区边坡、矿山道路边坡等。

1) 露天采场土质边坡稳定性分析

根据《开发利用方案》及现场调查，矿区内矿体表层为冲洪积层所覆盖，岩土体主要为粘土、极破碎软岩组及较破碎较软岩组，具疏松的散体结构，覆盖层在不同地貌单元有所差异，设计表土台阶坡面角45°。

土质边坡稳定性的定量评价：

现采用《建筑基坑支护技术规程》（JGJ2012）推荐的瑞典条分法对露天采场上层土质边坡的稳定性进行分析。本次分析考虑土体在降雨过后处于饱和状态下坡面不作任何支护及护理的极端情况，以此条件分析土质边坡的稳定性。

根据边坡稳定性系数计算公式：

$$K_s = \frac{\sum (G_i \cos \theta_i) \tan \varphi_i + c_i l_i}{\sum G_i \sin \theta_i} \quad (\text{式 3-1})$$

式中， K_s 、 G_i 、 θ_i 、 c_i 、 φ_i 、及 i 分别表示边坡稳定性系数、第 i 块滑块的

自重力、滑动块体的底面倾角、滑动面土体的内聚力和内摩擦角以及滑面长度。

第四系冲洪积层粉质粘土层台阶高度≤8m，终了台阶坡面角 45°，区内表层土设计参数见表 3-4，边坡稳定性计算结果见图 3-1，评价标准见表 3-5。

表 3-4 矿区土层参数值表（数值取经验值）

岩土层名称	正常状态条件			大气强降雨条件		
	$\gamma(\text{kN/m}^3)$	$c(\text{kPa})$	$\varphi(^{\circ})$	$\gamma(\text{kN/m}^3)$	$c(\text{kPa})$	$\varphi(^{\circ})$
残坡积土	13.5	25.0	16.5	19.0	16.0	13.8
强风化层	21.5	31.0	17.7	24.5	24.0	15.0

表 3-5 土质边坡崩塌、滑坡评价要素表

评价要素	类型	特征说明	
边坡高度	土质边坡	危险性大	$\geq 10\text{m}$
		危险性中等	$\geq 3\text{m} \sim < 10\text{m}$
		危险性小	$< 3\text{m}$
稳定性	稳定	滑坡稳定系数 $K \geq 1.30$	
	基本稳定	滑坡稳定系数 $1.10 \leq K < 1.30$	
	较不稳定	滑坡稳定系数 $1.00 \leq K < 1.10$	
	不稳定	滑坡稳定系数 $K < 1.00$	

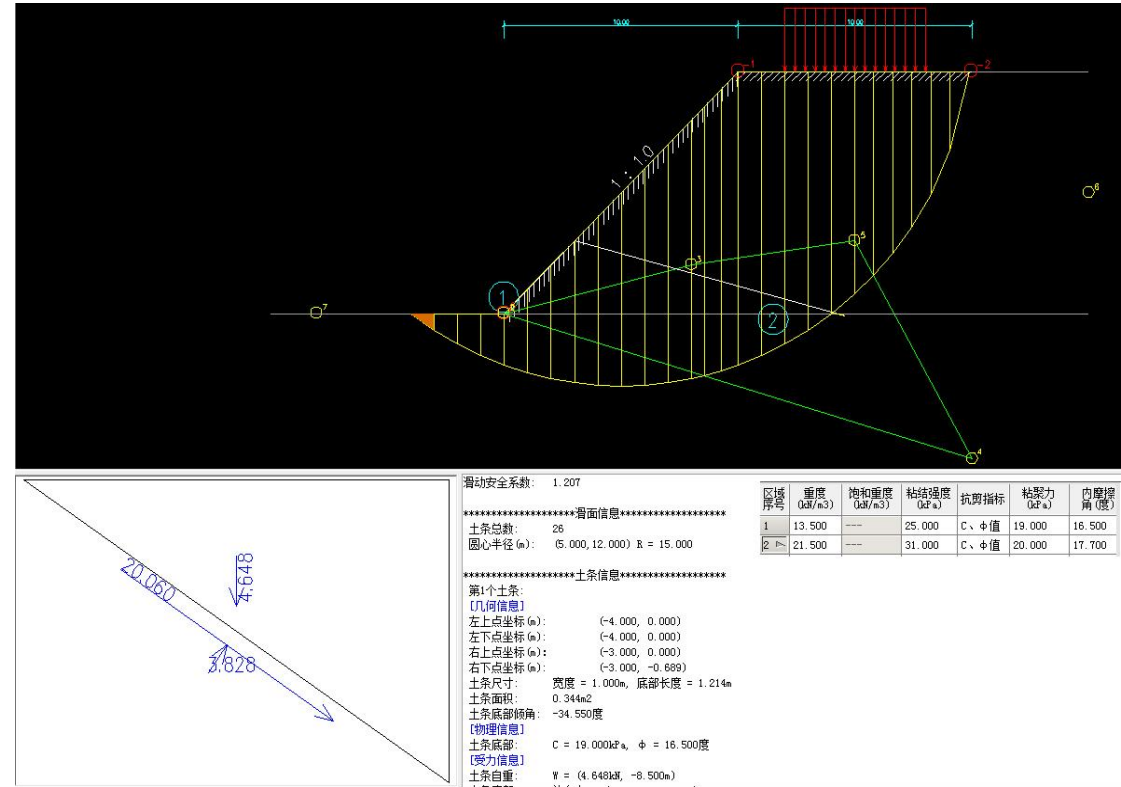


图3-1 采矿场土层边坡安全系数计算结果过程及结果图

由以上计算可知，露天采场土质边坡正常情况下稳定系数为1.207，属基本稳定边坡；在暴雨情况下，稳定系数为0.8~1.10，属较不稳定-基本稳定，在长时间强降雨等不利条件影响下可能发生崩塌或滑坡等地质灾害。

矿山严格按照开发利用方案要求，对边坡进行支护，充分做好外围截防排水措施，做好坡面防护措施，可降低露天采场土层边坡发生崩塌、滑坡等地质灾害的可能性及危害性。预测未来露天采场土质边坡发生小型滑坡的可能性较小，潜在危害性中等，其危害对象为运输车辆、机械设备及作业人员，受威胁人数 3～5 人，经济损失在 200 万元内，地质灾害影响程度为**较严重**。

2) 露天采场岩质边坡稳定性分析

边坡的稳定性预测评估采用定量分析法，露天采场岩质边坡类型及构成要素详见表 3-6。

表 3-6 评估区内预测露天采场岩质边坡构成要素表

边坡位置		边坡最大高度	边坡最大长度	边坡岩体特征	边坡参数		
					倾向	矿层台阶坡面角	主体坡面角
露天采场	西北侧	17m	129m	岩质边坡	1052°	≤70°	≤57°
	西南侧	19m	265m		74°	≤70°	≤57°
	东南侧	32m	327m		311°	≤70°	≤57°
	东北侧	32m	468m		215°	≤70°	≤57°

矿区主要发育两组节理裂隙，预测露天采场边坡稳定性主要受节理面控制，其产状及特征见表3-7：

表 3-7 评估区节理及矿体特征表

名称	产状	
	倾向	倾角
节理 1 (J1)	350°	65°
节理 2 (J2)	40°	25°

据开发利用方案，未来露天采场开采边坡由分级台阶组成，各分级台阶与边坡倾向相同，台阶坡面角为70°，最终边坡角57°。下图3-2给出了露天采场边坡和台阶与层面的赤平投影关系，并据此分析边坡的稳定性。

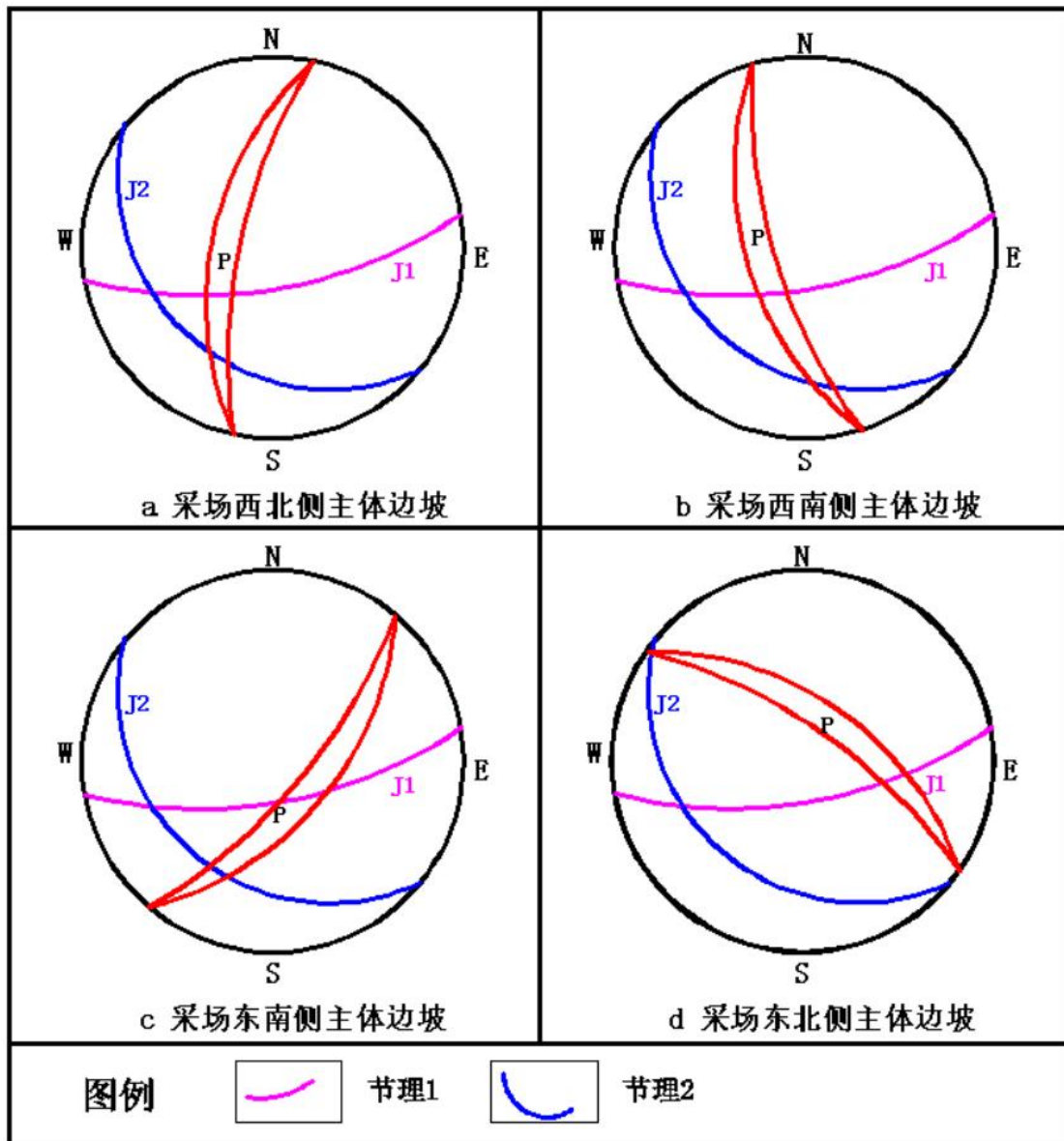


图3-2 台阶边坡、主体边坡、节理赤平投影图

从赤平投影图可见：

从图3-2a 分析采场西北侧边坡的稳定性，其中节理1与主体边坡及分级台阶坡面倾向反向小角度相交；节理2与主体边坡及分级台阶坡面倾向近似垂直相交；节理1、节理2组成的交点位于主体台阶边坡投影弧外侧，边坡存在岩块破碎现象，整体稳定性较差。因此，节理1与节理2的组合面对采场西北侧边坡的稳定性影响中等，边坡岩体发生崩塌、滑坡的可能性中等。

从图3-2b 分析采场西南侧边坡的稳定性，其中节理1与主体边坡及分级台阶坡面倾向近似垂直相交；节理2与主体边坡及分级台阶坡面倾向同向大角度相交；节理1、节理2组成的交点位于主体台阶边坡投影弧外侧，边坡存在岩块破碎现象，

整体稳定性较差。因此，节理1与节理2的组合面对采场西南侧边坡的稳定性影响中等，边坡岩体发生崩塌、滑坡的可能性中等。

从图3-2c 分析采场东南侧边坡的稳定性，其中节理1与主体边坡及分级台阶坡面倾向同向大角度相交；节理2与主体边坡及分级台阶坡面倾向近似垂直相交；且节理1、2组成的交点位于边坡投影弧内侧，边坡处于较稳定状态。因此，节理1、节理2的组合面对采场东南侧边坡的稳定性影响较小，边坡岩体沿该节理面发生崩塌、滑坡的可能性较小。

从图3-2d 分析采场东北侧边坡的稳定性，其中节理1与主体边坡及分级台阶坡面倾向反向小角度相交；节理2与主体边坡及分级台阶坡面倾向反向小角度相交；且节理1、2组成的交点位于边坡投影弧内侧，边坡处于较稳定状态。因此，节理1、节理2的组合面对采场东北侧边坡的稳定性影响较小，边坡岩体沿该节理面发生崩塌、滑坡的可能性较小。

居上分析，预测采场西北侧边坡、采场西南侧边坡发生崩塌、滑坡的可能性中等，综合预测露天采场岩质边坡发生崩塌、滑坡的危害性、危险性中等，地质灾害影响程度**较严重**。

3) 外运转运场边坡

根据《开发利用方案（修编）》所示，剥离层外运转运场设置在破碎站产品堆场平台东侧，场地标高+50m。总占地面积约0.6365hm²，拟征用的剥离层外运转运场修整后地势相对平缓，地形坡度一般小于8°，边坡高度一般在1~2m，堆料总堆高8m，分四层堆放，稳定性较好，采用工程地质类比法，预测剥离层外运转运场边坡发生崩塌、滑坡的潜在危险性较小、危害性较小，地质灾害对矿山地质环境的影响程度**较轻**。

4) 工业场地边坡

根据《开发利用方案》设计，工业场地设置在矿区4号拐点西南侧，工业场地在基建期需进行土石方平整，然后进行加工生产线布置。工业场地可能引起崩塌、滑坡的岩土体类型为坡残积土层，拟征用的工业场地基建修整后地势相对平缓，地形坡度一般小于8°，边坡高度一般在1~3m，拟堆石粉边坡高度1~6m，稳定性较好，采用工程地质类比法，预测工业场地边坡发生崩塌、滑坡的潜在危险性较小、危害性较小，地质灾害对矿山地质环境的影响程度**较轻**。

5) 综合服务区边坡

根据《开发利用方案（修编）》所示，综合服务区设置在机汽修车间南侧，直线距离采场约285m，场地标高+50m，内设主要的生活设施，包括了员工宿舍、医务室、食堂、文娱设施等。综合服务区选在地形相对平缓地段，形成边坡为小型土质边坡，高度1~2m、边坡角度基本小于40°，综合服务区的稳定性主要与开挖边坡高度、坡度和覆盖层厚度有关。覆盖层中最可能引起崩塌、滑坡的岩土体类型为第四系冲洪积层，主要为粉质粘土，底部见强风化碎块，场地建设区地形坡度相对较小，且开挖山体边坡角一般都小于40°，开挖边坡高度小于2m，现状场地内未发生崩塌、滑坡地质灾害。预测其边坡将继续保持现有状态，引发或遭受崩塌、滑坡的可能性较小，潜在的危害性小，危险性小，地质灾害的影响程度较轻。

6) 矿山道路边坡

评估区内矿山道路均为土石方压实道路，土石方压实道路随地形修建，宽6m，开挖边坡高度1~3m，坡角30~45°，道路路面平坦，若矿山按设计进行道路开拓，则矿山道路发生滑坡地质灾害的可能性小。若矿山不重视路面建设和管理坡面未设置防护，在地表径流、降雨冲刷等影响下土体抗剪切强度降低，凝聚力减弱，可能产生崩塌、滑坡地质灾害。

综合预测矿山道路发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，危害性、危险性小，地质灾害的影响程度较轻。

(2) 矿山建设可能遭受地质灾害

泥石流预测评估

引发区内泥石流的主要地点为评估区内的剥离层外运转运场。预测剥离层外运转运场如截排水设施及拦截设施没有充分做好可能引发泥石流，现对泥石流预测评估如下。

1) 泥石流形成的条件

地形地貌条件：剥离层外运转运场位于破碎站产品堆场平台东侧，沟谷相对高差约2m，其平均坡降比小于5%。沟床纵坡降越大，越有利于泥石流的发生，但比降在10~30%的发生频率较高，5~10%和30~40%的其次，其余发生频率较低。据此，剥离层外运转运场所处区域，坡降比属于发生频率较低区间。

水动力条件：矿区属亚热带湿润性季风气候，当地雨水充沛，多年平均降雨

量约1536.2mm，日最大降雨量273.8mm，地表径流系数为0.8，剥离层外运转运场最大汇水面积25579m²，日最大汇水量5602m³（计算方法见下）：

剥离层外运转运场涌水来自大气降水和地下水，而地下水的补给全部来自大气降水，因此，计算剥离层外运转运场涌水量时只计算大气降水。

预测剥离层外运转运场涌水量为主要表现为大气降雨，汇水面积按雨水可能进入场内的地表分水岭圈定，在1：2000地形图测定面积为25579m²。

矿山自然降雨对剥离层外运转运场涌水量影响较大，由于大气降雨，具有突发性，持续时间较短的特点，按日最大降雨量273.8mm 测算，剥离层外运转运场涌水量可按下式计算：

$$Q_{\text{降}} = F \cdot u \cdot k / 1000$$

式中：

$Q_{\text{降}}$降雨直接汇入剥离层外运转运场的水量（m³/d）；

F剥离层外运转运场汇水面积（m²），其圈定按雨水可能进入场内的地表分水岭圈定；

u日最大降雨量（mm/d），为273.8mm；

k地表径流系数为0.8。

最大降雨计算的剥离层外运转运场日最大汇水量为：

$$Q_{\text{最大}} = 25579 \times 273.8 \times 10^{-3} \times 0.8 = 5602(\text{m}^3/\text{d})$$

因此，构成短时间内可以聚集突然性大量水源的条件。

物源条件：剥离层外运转运场主要是用来堆置开采过程中剥离土，其结构松散，土体遇强降雨条件下易被饱和稀释后形成洪流。设计剥离层外运转运场最大堆放量约2.71万 m³。剥离层外运转运场堆存固体排弃物可以成为泥石流的物源。

因此，若矿方严格按照方案设计，设置截排水系统，管理好拟设剥离层外运转运场边坡，下缘设置拦挡坝，则发生泥石流地质灾害可能性小，若没有做好充分的截排水措施、拦截措施及其它安全措施，造成泥石流地质灾害可能性较大。

2) 泥石流的潜在危害性、危险性评估

根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2021年修订版），结合本矿区实际情况，由于剥离层外运转运场容纳废土石量较多，在极端灾害天气下，可能引发泥石流，使废弃土石冲向下游。泥石流危害对象主要为采矿工作人员、机械车辆及下游林地，故预测剥离层外运转运场发生泥石流地质灾害其潜在危害、

危险性中等，受威胁人数10~20人，经济损失在500万元以内，剥离层外运转场发生泥石流地质灾害对矿山地质环境影响较严重。

小结：预测评估区内矿山建设和采矿活动可能引发的地质灾害类型主要为崩塌、滑坡、泥石流。预测露天采场边坡发生崩塌、滑坡地质灾害的危害性、危险性中等，其危害对象为运输车辆、机械设备及作业人员，受威胁人数3~5人，经济损失在200万元内，地质灾害的影响程度为较严重。预测剥离层外运转场发生崩塌、滑坡地质灾害的危害性、危险性小，地质灾害的影响程度较轻。预测剥离层外运转场发生泥石流的可能性中等，危害中等、危险性中等，受威胁人数10~20人，经济损失在500万元以内，对矿山地质环境影响较严重。预测工业场地发生崩塌、滑坡地质灾害的危害性、危险性小，地质灾害的影响程度较轻。预测综合服务区发生崩塌、滑坡地质灾害的危害性、危险性小，地质灾害的影响程度较轻。预测道路发生崩塌、滑坡地质灾害的危害性、危险性小，地质灾害的影响程度较轻。总体，预测矿山地质灾害影响程度较严重。

（三）矿区含水层破坏现状分析与预测

1、矿区含水层现状分析评估

（1）对水资源影响的现状评估

矿区属亚热带湿润性季风气候，日照时间长，终年受海洋气候调节，夏长冬暖，水热同季，雨量充沛，热量丰富，蒸发量大，易涝易旱，干湿明显，现状矿区内基本维持原始地貌，大气降雨是本区地下水的主要补给来源。矿区开采影响范围内，地下水类型有第四系松散岩类（冲洪积层）孔隙水和玄武岩孔洞裂隙水两类，第四系冲洪积层粉质粘土主要为含上层滞水，地下水属于短暂性滞水，局部低洼处形成孔隙含水层，富水性极弱，水量贫乏。玄武岩孔洞裂隙水主要赋存于气孔状玄武岩以及风化裂隙中，其富水性较弱，对矿床充水的影响极小。

居上所示，矿区现状未进行任何开采活动，矿区地形起伏不平，自然排水条件较好。

（2）对水环境影响的现状评估

矿山开采对象为建筑用玄武岩，采用露天开采，现状矿区维持原始地貌形态，有利于自然排水，现状无废渣和生活污水，对附近地表水、地下水及土壤不存在污染，未对矿区及周边生产生活供水产生影响。

综上所述，现状评估矿业活动对含水层破坏程度为较轻。

2、矿区含水层的影响预测评估

(1) 对水资源影响的预测评估

矿区属平原地貌，矿山设计开采标高+54.11m至+22m，属凹陷开采，矿山开采对象为建筑用玄武岩，矿区内地下水可分为松散岩类孔隙水和玄武岩孔洞裂隙水两类，矿区松散岩类孔隙水富水弱，水量贫乏，随着露天开采工作的进行，矿区内第四系冲洪积层将开挖剥离，故该含水层影响较小。矿区玄武岩孔洞裂隙水主要赋存于气孔状玄武岩以及风化裂隙中。根据矿区地质填图及钻探资料，矿区东南部玄武岩底板由于冷却迅速出现气孔构造，并由于冷凝收缩作用而破碎成块状熔岩，形成孔洞裂隙水。矿区为一凹陷露天型矿山，矿体(层)本来就是含水层(体)，随着露天采坑底部平台标高的降低，疏干排水量逐步增大，将会影响矿区及周边的含水层赋存的地下水资源量和引起地下水位下降，形成局部降落漏斗，在疏干影响范围内将影响地下水含水层水位进一步下降。地下水位下降主要局限于采坑范围及其周边范围，由于未来开采形成的采坑面积较大，故采坑地下水位下降对周围地下水位的影响中等。

(2) 对水环境影响的预测评估

露天采场内水沟自流至场外经沉淀后排放，污染主要为泥浆水，对矿山的地表水造成污染小。矿山开采的矿体化学成分稳定，没有污染性强的重金属成分，各元素含量均在正常岩石元素含量范围内，而采矿是直接挖掘装运矿石，没有选矿工艺，一般不产生影响水环境的有害元素；基本不存在污染源，不会影响到矿区及周边生产生活供水。

综上所述，未来矿山开采造成地下水的水质变化和水位降低，其中地下水水质变化主要是采矿过程中产生的含泥污水对附近地表水、地下水水质造成影响，经沉淀后排放，矿山开采的矿体基本不存在污染源，故对水质的变化影响小；但未来开采形成的采坑面积较大，将导致地下水位下降，故采坑地下水位下降对周围地下水位的影响中等。预测评估采矿活动对地下水和含水层的影响较严重。

(四) 矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

1、矿区地形地貌景观影响现状评估

(1) 对自然景观的影响

现状评估区地形地貌保持原始状态，且矿区附近没有地质遗迹、人文景观等保护区（点）。采矿活动不会对地质遗迹、人文景观等造成影响和破坏，故对地形地貌景观影响**较轻**。

（2）对建筑物及工程、设施和自然保护区影响

矿区属新建矿山，评估区内未建设其他工程设施，没有各级自然保护区及旅游景区，故对地形地貌景观影响较轻。

综上所述，根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》（附录 C）中矿山地质环境影响程度分级表，现状矿山对评估区内地形地貌景观产生的影响程度为**较轻**。

2、矿区地形地貌景观影响预测评估

（1）对自然景观的影响

预测评估区内露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路等未来损毁总面积约17.1049hm²，露天采场开采最大深度约32m，随着采矿活动的进行，露天采场面积将越来越大，对土地（植被）的占用和破坏也将越来越严重，地貌结构由原来的植被覆盖较好的山坡林地地貌转变为矿区地貌，对原始的地形地貌景观影响和破坏程度大，故对原始的地形地貌景观影响和破坏程度**严重**。

（2）对建筑物及工程、设施和自然保护区影响

矿区周边存在敏感点：矿区东侧145m 处为金星农场二十三队队部居民区，为了尽可能减少矿山开采粉尘、水土流失对周边居民区的影响程度，矿山未来开采期间需要做好降尘、防止水土流失等措施，在合理地点设置截排水沟及沉砂池，做好沉砂净水措施。

综上所述，根据《广东省矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南（试行）》（附录 C）中矿山地质环境影响程度分级表，预测矿区后续的矿业活动对地形地貌景观影响程度为**严重**。

（五）矿区水土环境污染现状分析与预测

1、矿区水土环境污染现状评估

（1）土壤污染现状

本矿床矿物主要是建筑用玄武岩，矿石不存在金属蚀变，矿石及废弃物不易

分解出有害组分，矿坑排水废水不含有毒有害物质，经过沉砂池合理处理后可达到排放标准，对附近土壤环境造成污染较小，对矿区及周边土地资源污染的影响较小。

（2）水资源污染现状

本矿床矿体主要是建筑用玄武岩，矿石及废弃物不易分解出有害组分，不会对矿区下游水质造成污染。矿山现状维持原始地形地貌，不存在大面积的水土流失，对水资源污染较轻。

2、矿区水土环境污染预测评估

（1）土壤污染预测

后续无需进行选矿等产生污染的矿业活动。露天采场后续开采的矿石无毒、无有害物质；采矿矿业活动和生活等产生的废水中含有害组分少。预测后续矿业活动不会对土地资源造成污染。

预测未来矿业活动对评估区的水土环境污染程度较轻。

（2）水资源污染预测

露天采场内水沟自流至场外经沉淀后排放，对矿山的地表水造成污染小。岩石不存在较强烈的金属矿化现象；人类工程活动和生活活动等对水土资源环境污染小，粉尘以及废气中含有害组分小。生活活动产生的生活污水主要为粪便污水和洗涤水，生活污水排入埋地式生活污水处理装置，经生化、过滤、消毒等处理，达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》GB/T18920-2002规定的用水要求后，全部回用于道路浇洒、绿化等用水，不外排。

三、矿山土地损毁预测与评估

（一）土地损毁环节与时序

1、损毁环节

矿山开采对土地损毁的环节主要有：①开采前期的基建剥土和矿山道路等挖损损毁土地或压占损毁土地，辅助生产设施的修建挖损或压占损毁土地；②正常生产开采期间露天采场挖损损毁土地，矿山道路压占继续损毁土地；③在闭坑治理复垦期间，除治理复垦工程的建设损毁少量土地外，矿山开采不再损毁土地。

2、损毁时序

矿山开采对土地损毁顺序跟矿山生产建设的步骤密切相关：前期基建先剥离表土、矿山道路开拓、辅助生产设施建设，对土地损毁程度严重；正常生产期时，开采深度、开采范围增大，土地损毁的范围及程度也随之变大；在矿山闭坑治理复垦期，土地损毁的范围将保持一定范围不变。

（二）已损毁各类土地现状类型

矿山为新规划项目，现状未开采，矿区均维持为原始地貌。

（三）拟损毁土地预测与评估

1、预测区划分

根据矿山开采过程中对土地可能造成损毁的环节、顺序以及损毁方式，将项目区划分为若干预测单元。预测单元的划分遵循以下原则：

- （1）地形地貌及土地利用现状相似原则；
- （2）工程损毁、占压土地方式一致性原则；
- （3）原始土地立地条件相似性原则；
- （4）复垦方向一致性原则；
- （5）便于复垦措施统筹安排，分区整体性原则。

2、预测内容及方法

（1）预测内容

土地损毁预测内容包括以下几项内容：

各预测分区土地损毁方式；
各预测分区损毁土地面积；
各预测分区损毁土地类型；
各预测分区土地损毁程度。

（2）预测方法

本项目区地形复杂，土地损毁类型多样，土地损毁预测采用定量统计和定性描述相结合的方法进行，具体叙述如下：

①土地损毁方式预测方法：根据本工程特点，土地损毁方式主要有挖损、压占等形式，有的表现为单一损毁形式，有的为两种或多种损毁形式。预测方法采

用定性描述的方法进行。

②损毁土地面积预测方法：根据项目《开发利用方案》，通过对主体工程占地的分析，结合土地损毁方式采用定量统计的方法进行。

③损毁土地类型预测方法：根据《土地利用现状分类》对土地类型的分类，结合现场调查资料，确定因项目生产造成损毁的土地类型。

④土地损毁程度预测方法，根据《土地复垦方案编制实务》，把土地损毁程度预测等级数确定为3级标准，分别为：一级(轻度损毁)、二级(中度损毁)、三级(重度损毁)。

3、分区预测结果

矿山为采矿权新立登记项目，矿区范围内尚未进行任何开采活动，基本保留原始地形地貌，各工程布置分述如下：

露天采场：采用露天台阶开采方式，露天采场水平投影面积 12.1892hm²，开发利用方案按划定矿区范围设计，采用自上而下分水平台阶进行开采，剥离、开采台阶高度依据覆盖层和矿体厚度及矿山开采设备来进行设计。设计首采部位的标高+54.11m，最低开采至+22.00m。第四系冲洪积层粉质粘土层台阶高度≤8m，终了台阶坡面角 45°；中风化及微风化玄武岩台阶高度≤12m，终了台阶坡面角 70°；安全平台宽度 4m。

工业场地：根据《开发利用方案（修编）》所示，破碎站设置在矿区4号拐点西南侧，直线距离矿区仅约65m，总占地面积约2.8999hm²，场地原始地形标高约为+48.13m~+52.82m，地形平缓、开阔，结合破碎生产工艺，破碎站共设+53m和+50m 共两个生产及堆场平台。根据矿山成品方案及综合利用方案，破碎站需要进行规格碎石加工，并对中风化层进行一段破碎和储料。破碎规格碎石采用三段一闭路破碎生产工艺流程，产品主要有20-30mm 碎石和10-20mm 碎石以及副产品10mm 以下石粉。中风化玄武岩由于产量不大，视风化程度和用户需要，进行简单破碎加工成碎石回填料，或直接销售砌筑块石。

剥离层外运转运场：根据《开发利用方案（修编）》所示，由于剥离层的外运条件并非自身能够控制，会受到诸多因素（例如天气、外运途径、路程等）的影响，剥离层外运的时效性可能与矿山的开采、剥离发生一定的延误，因此设计设置了剥离层外运转运场，作为剥离层外运与矿山的开采、剥离的时效性不一致的过度性堆场。同时剥离层外运转运堆场也兼作为复垦用土临时堆场，临时堆存

未来矿山复垦所需用土。

剥离层外运转运场设置在破碎站产品堆场平台东侧，场地标高+50m。总占地面积约 0.6365hm²（包括料堆面积、汽车装运场地、拦挡设施及截排水设施）。最大堆填高度 8m，最大可堆填场地面积约 0.4687hm²，该场地最大可暂存剥离层约 2.71 万 m³，该矿主要为凹陷露天开采，估算前 2 年第四系冲洪积层粉质粘土完成剥离，平均每年产出约为 26.33 万 m³，可临时堆存 1.2 个月。

机汽修车间：根据《开发利用方案（修编）》所示，机汽修车间设置在破碎站产品堆场平台南侧，场地标高+50m，机汽修车间总占地面积约 0.1928hm²。机、汽修车间布置了部分生产及辅助设施，如小型机修厂和汽修厂、备品备件仓库等。小型机、汽修厂配备普通车床、钻床、磨床等设备，负责矿山机械设备、汽车等日常维护及修理工作。同时汽修厂设置仓库，便于设备零件库存，存取方便。

综合服务区：根据《开发利用方案（修编）》所示，办公生活区设置在机汽修车间南侧，直线距离采场约 285m，场地标高+50m，内设主要的生活设施，包括了员工宿舍、医务室、食堂、文娱设施等。办公生活区占地面积约 0.7413hm²。

矿山道路：矿山开拓方案为简易公路和局部移动坑线。矿区内修建简易公路延伸至矿区外的附属设施场地，矿区外运输沿用原有的乡村道路。矿山道路占地面积约 0.4452hm²。

矿区拟损毁土地汇总见下表，表3-9：

表 3-9 矿区拟损毁土地汇总表

损毁区域	拟损毁 面积(hm ²)	地类 (hm ²)									损毁 类型	损毁 程度
		02		03		04	10	11		12		
		园地		林地		草地	交通运 输用地	水域及水利设 施用地		其他 土地		
		0201	0204	0301	0307	0404	1006	1104	1107	1206		
		果园	其他 园地	乔木 林地	其他 林地	其他 草地	农村 道路	坑塘 水面	沟渠	裸土地		
露天采场	12.1892	9.2303	0.1405	0.5651	0.6621	-	0.1910	1.2321	0.1681	-	挖损	重度
工业场地	2.8999	2.8581	-	-	-	0.0418	-	-	-	-	压占	中度
剥离层外运转运场	0.6365	0.6365	-	-	-	-	-	-	-	-	压占	中度
机汽修车间	0.1928	0.1928	-	-	-	-	-	-	-	-	压占	中度
综合服务区	0.7413	0.7368	-	-	-	-	-	-	-	0.0045	压占	轻度
矿区道路	0.4452	0.1325	-	-	0.0281	-	0.2598	0.0248	-	-	挖损、压占	中度
总计 (hm ²)	17.1049	13.7870	0.1405	0.5651	0.6902	0.0418	0.4508	1.2569	0.1681	0.0045	-	-

4、土地损毁程度评估

本方案对土地损毁程度评价方法以定量分析法为主，把土地损毁程度预测等级数确定为3级标准，分别为：一级（轻度损毁）、二级（中度损毁）、三级（重度损毁）。本方案是根据本省类似工程的土地损毁因素调查情况，参考相关学科的经验数据，采用数学计算法进行评价及划分等级。具体做法是首先给每种损毁程度规定一个数值区间，重度损毁为80~100分，中度损毁为40~80分，轻度损毁为20~40分，然后采用乘法原理将因子权重与所占分值相乘，再对比所规定的损毁程度分值，得出某损毁土地单元的损毁程度。结合本矿实际选择评价因子分别为挖掘面积、挖掘深度、挖掘地类等，见表3-10、表3-11。

表 3-10 挖损损毁程度评价系统表

评价因子			挖掘面积	挖掘深度	挖掘地类
因子权重			0.45	0.35	0.20
分值和 损毁程 度等级	80~100	重度	> 10 hm ²	> 5m	耕地
	40~80	中度	1~10 hm ²	2~5m	林地
	20~40	轻度	< 1 hm ²	< 2m	草地

表 3-11 压占损毁程度评价系统表

评价因子			压占面积	堆放高度	砾石含量	压占物	地表稳定性	土壤污染
因子权重			0.24	0.12	0.12	0.21	0.18	0.13
分 值	80~100	重度	> 100 hm ²	> 30m	> 30%	矸石	不稳定	有毒
	40~80	中度	10~100 hm ²	10~30m	10~30%	砌体	稳定	一般
	20~40	轻度	< 10 hm ²	< 10m	< 10%	土壤	很稳定	轻度

露天采场的土地损毁形式为土地挖损，对照表3-10，结合露天采场实际情况给评价因子赋分，并与其权重相乘：

$0.45 \times 90 + 0.35 \times 100 + 0.20 \times 80 = 91.5$ ，再对照表3-10，则露天采场对土地的损毁程度为重度损毁。

剥离层外运转运场土地损毁方式主要为压占，对照表3-11，其分值为：

$0.24 \times 30 + 0.12 \times 40 + 0.12 \times 40 + 0.21 \times 40 + 0.18 \times 40 + 0.13 \times 40 = 41.8$ ，再对照表3-11，为中度损毁。

工业场地土地损毁方式主要为压占，对照表3-11，其分值为：

$0.24 \times 40 + 0.12 \times 20 + 0.12 \times 40 + 0.21 \times 80 + 0.18 \times 40 + 0.13 \times 40 = 46$ ，再对照表3-11，为中度损毁。

机汽修车间土地损毁方式主要为压占，对照表3-11，其分值为：

$0.24 \times 30 + 0.12 \times 20 + 0.12 \times 40 + 0.21 \times 80 + 0.18 \times 40 + 0.13 \times 40 = 43.6$ ，再对照表3-11，

为中度损毁。

综合服务区土地损毁方式主要为压占，对照表3-11，其分值为：

$$0.24 \times 20 + 0.12 \times 20 + 0.12 \times 40 + 0.21 \times 20 + 0.18 \times 20 + 0.13 \times 20 = 22.4$$

为轻度损毁。

矿区道路土地损毁方式主要为压占，对照表3-11，其分值为：

$$0.24 \times 20 + 0.12 \times 30 + 0.12 \times 60 + 0.21 \times 40 + 0.18 \times 40 + 0.13 \times 40 = 36.4$$

为轻度损毁。

依据以上原则对矿区已损毁及拟损毁的土地进行统计与归类，具体内容见下表3-12。

表 3-12 土地损毁程度表

损毁区域	已损毁面积 (hm ²)	拟损毁面积 (hm ²)	土地类别	占地性质	损毁程度
露天采场	0	12.1892	园地、林地、交通运输用地、 水域及水利设施用地	挖损	重度
工业场地	0	2.8999	园地、草地	压占	中度
剥离层外运转 运场	0	0.6365	园地	压占	中度
机汽修车间	0	0.1928	园地	压占	中度
综合服务区	0	0.7413	园地、其他土地	压占	轻度
矿区道路	0	0.4452	园地、林地、交通运输用地、 水域及水利设施用地	挖损及压占	轻度
总计	17.1049		—	—	—

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

（一）矿山地质环境保护与恢复治理分区

1、分区依据

根据“开发利用方案”及矿山地质环境综合调查成果，按照地质环境问题类型、分布特征及其危害性，结合矿山地质环境现状评估、预测评估情况进行综合分析，分区界线重点考虑以下要素：1）地貌单元界线、矿山规划功能区域界线；2）地层界线；3）构造单元界线；4）地质环境问题分布及影响范围。

其中地质环境问题包括已发和预测的类型、稳定状态及治理难易程度等要素，地质环境问题危害程度包括损失程度及社会影响等要素。据综合分析结果按“规范”要求完成矿山地质环境保护与恢复治理分区（表 3-13）。

表 3-13 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

分区级别	矿山地质环境影响程度	
	现状评估	预测评估
重点	严重	严重
次重点	较严重	较严重
一般	较轻	较轻
注：现状评估与预测评估结果不一致时采取就上原则进行分区		

2、分区原则

- （1）“以人为本”原则，充分考虑矿山地质环境问题对人居环境影响。
- （2）充分考虑工农业生产、区域经济发展影响。
- （3）以矿山地质环境影响程度分级为基础进行矿山地质环境保护与恢复治理分区；现状评估与预测评估结果不一致时采取就上原则进行分区。
- （4）“区内相似、区际相异”、“就大不就小”、“整体不分割”的原则

3、分区方法

评估区内已发及预测地质灾害的类型、规模，危害性、危险性；居民的分散程度，建筑的规模，造成经济损失的大小，受威胁的人数等；含水层涌水量，含水层水位下降程度，地下水污染程度，影响矿区及周围生产、生活供水程度；评估区原始的地形地貌景观影响和破坏程度，特别各类村庄或居民点、规划的建（构）筑物、主要交通干线两侧可视范围内，地形地貌景观影响程度；占用或破

坏林地、草地、荒山、未开发利用土地、耕地的范围大小等；矿山建设及开采活动的功能性规划区域界线等。

（1）当矿山地质环境影响程度现状或预测评估结果有一种达到严重级别时，则将该区定为矿山地质环境保护与恢复治理的重点防治区；

（2）当矿山地质环境影响程度现状或预测评估结果有一种达到较严重级别时，则将该区定为矿山地质环境保护与恢复治理的次重点防治区；

（3）当矿山地质环境影响程度现状或预测评估结果均为较轻级别时，则将该区定为矿山地质环境保护与恢复治理的一般防治区。

4、分区结果

根据矿山地质环境影响现状评估和预测评估的结果见表 3-19，结合矿山地质环境随采矿活动的相互协调，本着“以人为本深而发展变化的规律和工程防治的难易程度，并充分考虑到矿山生产建设工程与环境治，安全第一”和“保护环境，促进社会和谐”的原则，将矿山地质环境治理与恢复划分为三个分区—重点防治区 A、次重点防治区 B、一般防治区 C，分区结果如下表 3-14。

表 3-14 矿山地质环境影响现状评估和预测评估的结果

评估阶段 评估范围	现状评估	预测评估
采矿活动区及其影响范围（A）	较轻	严重
与附属设施场地（B）	较轻	较严重
其他区域（C）	较轻	较轻

(二) 矿山地质环境影响分区

1、矿山地质环境现状分区

3-15 矿山地质环境问题现状评估一览表

矿山地质环境问题		代号	位置	表现特征及规模	形成时间	危害性	危险性	影响程度等级
地质灾害	崩塌	BT	露天采场	无	—	—	—	较轻
	滑坡	HP		无	—	—	—	较轻
对含水层的影响与破坏	地下水资源枯竭	HS1	露天采场	无	—	—	—	较轻
	地表水漏失	HS2		无	—	—	—	较轻
	区域水均衡破坏	HS3		无	—	—	—	较轻
	水质污染(恶化)	HS4		无	—	—	—	较轻
	含水层结构改变	HS5		无	—	—	—	较轻
对地形地貌景观的影响与破坏	对自然景观影响与破坏	DX ₁	无	无	—	—	—	较轻
	对建筑物及工程、设施和自然保护区的影响与破坏	DX ₂	无	无	—	—	—	较轻
	对人居环境的影响与破坏	DX ₃		无	—	—	—	较轻
对土地资源的影响与破坏	矿山建设占用土地	TD1	无	现状未开采,矿区均维持为原始地貌	—	—	—	较轻
	污染土质或土壤结构改变	TD2	无	—	—	—	—	较轻

依据地质灾害影响程度、含水层影响程度、地形地貌景观影响程度和土地资源影响程度等,按矿山环境影响程度“上一级别优先”、“区内相似、区际相异”、“就大不就小”、“整体不分割”的原则,将该矿山地质环境现状影响程度划分为一个区域,为一个现状评估影响较轻区Ⅲ,评估结果详见表 3-18:

表 3-16 矿山环境影响现状评估分区结果表

影响区	编号	区域面积(公顷)	占评估区(%)	位置	矿山地质环境现状评估					影响程度分级
					地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源	水土环境	
较轻区	Ⅲ	72.6106	100%	评估区域	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻

注:评估分级确定采取上一级别优先原则,只要有一项要素符合某一级别,就定为该级别。

2、矿山地质环境问题影响预测评估分区

3-17 矿山地质环境问题预测评估一览表

矿山地质环境问题		代号	分布位置	预测影响对象	预测损失情况	危害性	危险性	影响程度等级
地质灾害	崩塌	BT	露天采场	矿工、设备	中等	中等	中等	较严重
	滑坡	HP						
	泥石流	NS	剥离层外运转运场	矿工、设备	中等	中等	中等	较严重
对含水层的影响与破坏	地下水资源枯竭	HS1	采场	无	—	小	小	较轻
	地表水漏失	HS2		小	—	小	小	较轻
	区域水均衡破坏	HS3		小	—	小	小	较轻
	水质污染（恶化）	HS4		小	—	小	小	较轻
	含水层结构改变	HS5		小	—	中等	中等	较严重
对地形地貌景观的影响与破坏	对自然景观影响与破坏	DX1	露天采场	地貌景观	—	大	—	严重
			工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路	—	—	中等	—	较严重
	对建筑物及工程、设施和自然保护区的影响与破坏	DX2	无	—	—	—	—	较轻
	对人居环境的影响与破坏	DX3	无	—	—	—	—	较轻
对土地资源的影响与破坏	矿山建设占用土地	TD1	露天采场	园地、林地	损毁园地、林地、交通运输用地、水域及水利设施用地，损毁面积12.1892hm ²	大	—	严重
			工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路	园地、林地	压占园地、林地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地，损毁面积4.9157hm ²	中	—	较严重
	污染土质或土壤结构改变	TD2	无	—	—	—	—	较轻

依据地质灾害影响程度、含水层影响程度、地形地貌景观影响程度和土地资源影响程度等，按矿山环境影响程度“上一级别优先”、“区内相似、区际相异”、“就大不就小”、“整体不分割”的原则，将本矿区预测评估区地质环境影响程度划分为环境影响严重区（Ⅰ区）、环境影响较严重区（Ⅱ区）及环境影响较轻区（Ⅲ区）。评估结果详见表 3-18：

3-18 矿山环境影响预测评估分区结果表

影响区	编号	区域面积 (hm ²)	占评估区 (%)	位置	矿山地质环境影响预测评估					影响程 度分级
					地质 灾害	含水 层	地形地 貌景观	土地 资源	水土 环境	
严重区	I	12.1892	16.78%	露天采场及其影响范围	较严重	较严重	严重	严重	较轻	严重
较严重区	II	4.9157	6.77%	附属设施场地	较严重	较轻	较严重	较严重	较轻	较严重
较轻区	III	55.4967	76.45%	其他区域	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻
注：评估分级确定采取上一级别优先原则，只要有一项要素符合某一级别，就定为该级别。										

表3-19 矿山地质环境保护与恢复治理分区说明表

分区名称 及编号	分布情况			地质 环境 条件	矿山地质环境现状评估					矿山地质环境预测评估					防治措施
分区	范围	面积 (hm²)	百分比		地质灾 害影响	含水层 影响	地形地 貌景观 影响	水土环 境污染	影响程 度分级	地质灾 害影响	含水层 影响	地形地 貌景观 影响	水土环 境污染	影响程 度分级	
重点防治区（A）	露天采场及其影响范围	12.1892	16.78%	中等	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较严重	较严重	严重	较轻	严重	工程措施 生物措施 监测措施
次重点防治区（B）	附属设施场地	4.9157	6.77%		较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	较轻	较严重	工程措施 生物措施 监测措施
一般防治区（C）	评估区内除重点防治区以外其它范围	55.4967	76.45%		较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	监测措施

3、分区评述

(1) 矿山地质环境重点防治区 (A 区)

评估区内矿山地质环境重点防治区 (A) 为矿区采矿活动主要影响的区域, 主要为露天采场, 该区总面积12.1892hm², 占评估区面积的16.78%。矿山未来采用露天开采方式, 矿床开采的水文地质条件中等; 矿区工程地质条件中等。

根据预测评估结论及矿山地质环境问题的差异、并结合矿山主要工程的特点, 重点防治区 (A) 划分如下。

1) 露天采场

现状调查区内未发生地质灾害, 对含水层破坏较轻, 对地形地貌景观的影响较轻, 对水土环境污染较轻。预测该区在后期采矿活动的影响中可能引发和加剧的地质灾害为崩塌、滑坡, 潜在危害性、危险性中等, 危害对象为采矿工作人员及采矿设备; 对含水层破坏较严重, 对地形地貌景观破坏严重, 对水土环境污染较轻。

未来主要的防治措施: 采区要严格依据开发利用方案设计开采, 控制好台阶高度及帮坡角度; 及时清理表层浮石; 搞好矿区境界外截排水措施, 防止雨季山洪冲刷采场边坡所造成的水土流失; 边开采边治理, 边破坏边恢复, 矿山闭坑后采矿场全面绿化植树恢复景观。

(2) 矿山地质环境次重点防治区 (B 区)

评估区内矿山地质环境次重点防治区 (B) 为矿区附属设施场地主要影响的区域, 主要为工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路, 该区总面积4.9157hm², 占评估区面积的6.77%。

根据预测评估结论及矿山地质环境问题的差异、并结合矿山主要工程的特点, 次重点防治区 (B) 划分如下。

1) 剥离层外运转运场

现状调查区内未发生地质灾害, 对含水层破坏较轻, 对地形地貌景观的影响较轻, 对水土环境污染较轻。预测该区发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性小, 对矿山地质环境影响较轻; 预测该区发生泥石流地质灾害的可能性中等, 对矿山地质环境影响较严重; 对含水层破坏较轻, 对地形地貌景观破坏较严重, 对水土环境污染较轻。

未来主要的防治措施是: 搞好护坡、排水措施, 最大限度消除地质灾害发生

的可能性，矿山闭坑后全面绿化植树恢复景观。

2) 机汽修车间

现状调查区内未发生地质灾害，对含水层破坏较轻，对地形地貌景观的影响较轻，对水土环境污染较轻。预测该区发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，对矿山地质环境影响较轻；对含水层破坏较轻，对地形地貌景观破坏较严重，对水土环境污染较轻。

未来主要的防治措施是：搞好护坡、排水措施，最大限度消除地质灾害发生的可能性，矿山闭坑后全面绿化植树恢复景观。

3) 综合服务区

现状调查区内未发生地质灾害，对含水层破坏较轻，对地形地貌景观的影响较轻，对水土环境污染较轻。预测该区发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，对矿山地质环境影响较轻；对含水层破坏较轻，对地形地貌景观破坏较严重，对水土环境污染较轻。

未来主要的防治措施是：搞好护坡、排水措施，最大限度消除地质灾害发生的可能性，矿山闭坑后全面绿化植树恢复景观。

4) 矿山道路

现状调查区内未发生地质灾害，对含水层破坏较轻，对地形地貌景观的影响较轻，对水土环境污染较轻。预测该区发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，对矿山地质环境影响较轻；对含水层破坏较轻，对地形地貌景观破坏较严重，对水土环境污染较轻。

未来主要的防治措施是：搞好护坡、排水措施，最大限度消除地质灾害发生的可能性，矿山闭坑后全面绿化植树恢复景观。

(2) 矿山地质环境一般防治区（C区）

评估区内矿山地质环境一般防治区（C）为受采矿活动影响较轻的区域，总面积55.4967hm²，占评估区面积的76.45%。

C区地貌单元类型简单，地形坡度5~15°，地形地貌条件中等；水文地质条件简单；工程地质条件简单。

该区矿山地质环境影响现状与预测评估均为较轻，地形地貌保持原有的状态，植被良好，现状地质灾害不发育，预测地质灾害、含水层的破坏、地形地貌景观和水土环境污染对地质环境影响程度为较轻。

主要的防治措施：未来一般防治区可能受到矿山开采影响，若开采活动波及到此区，矿山应加强对一般防治区的地质环境监测，防患于未然，发现问题，立即解决；对地形地貌景观破坏和土地资源占用破坏等矿山地质环境问题可通过生物措施进行防治。

（三）土地复垦区与复垦责任范围

1、土地复垦区与土地复垦责任范围

评估区内不存在永久性建设用地，不占用基本农田保护区与可调整地类，根据《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》确定土地复垦区与土地复垦责任范围：露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路。

（1）露天采场

露天采场拟共损毁土地面积12.1892hm²，损毁类型为挖损形式，对土地损毁程度为重度。该区域划为土地复垦区与土地复垦责任范围。

（2）工业场地

工业场地拟共损毁土地面积 2.8999hm²，损毁类型为压占形式，对土地损毁程度为中度。为采矿附属设施区，该区域划为土地复垦区与土地复垦责任范围。

（3）剥离层外运转运场

剥离层外运转运场拟共损毁土地面积 0.6365hm²，损毁类型为压占形式，对土地损毁程度为中度。为采矿附属设施区，该区域划为土地复垦区与土地复垦责任范围。

（4）机汽修车间

机汽修车间拟共损毁土地面积 0.1928hm²，损毁类型为压占形式，对土地损毁程度为中度。为采矿附属设施区，该区域划为土地复垦区与土地复垦责任范围。

（5）综合服务区

综合服务区拟共损毁土地面积 0.7413hm²，损毁类型为压占形式，对土地损毁程度为轻度。为采矿附属设施区，该区域划为土地复垦区与土地复垦责任范围。

（6）矿山道路

矿山内部为自建道路，形成内部运输系统，采场内部运输道路均划到采场复垦范围内，到开采终了期，矿山外道路保留，道路两侧植树绿化，矿山道路损毁

土地方式为挖损、压占，损毁土地面积为 0.4452hm²，对土地损毁程度为中度。
为采矿附属设施区，该段道路纳入复垦责任范围。

根据测算，土地复垦责任范围面积17.1049hm²。

根据拟损毁土地分析，结合矿山实际情况，确定广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿复垦区与复垦责任区范围，具体内容见下表3-20：

表3-20 复垦区与复垦责任范围

土地复垦区与土地复垦责任范围	
区域	面积 (hm ²)
露天采场	12.1892
工业场地	2.8999
剥离层外运转运场	0.6365
机汽修车间	0.1928
综合服务区	0.7413
矿山道路	0.4452
总计	17.1049

（四）土地类型与权属

1、土地利用类型

露天采场复垦责任范围内土地利用类型为果园（9.2304hm²）、其他园地（0.1405hm²）、乔木林地（0.5651hm²）、其他林地（0.6621hm²）、农村道路（0.1910hm²）、坑塘水面（1.2321hm²）、沟渠（0.1681hm²），损毁类型为挖损形式，对土地损毁程度为重度。

工业场地复垦责任范围内土地利用类型为园地（2.8581hm²）、其他草地（0.0418hm²），损毁类型为压占形式，对土地损毁程度为中度。

剥离层外运转运场复垦责任范围内土地利用类型为园地（0.6365hm²），损毁类型为压占形式，对土地损毁程度为中度。

机汽修车间复垦责任范围内土地利用类型为园地（0.1928hm²），损毁类型为压占形式，对土地损毁程度为中度。

综合服务区复垦责任范围内土地利用类型为园地（0.7368hm²）、裸土地（0.0045hm²），损毁类型为压占形式，对土地损毁程度为轻度。

矿区道路复垦责任范围内土地利用类型为果园（0.1325hm²）、其他林地

（0.0281hm²）、农村道路（0.2598hm²）、坑塘水面（0.0248hm²），损毁类型为压占、挖损形式，对土地损毁程度为中度。

2、土地权属状况

采矿建设活动损毁土地所有权和使用权属国有土地与农村集体所有制土地，其中矿区范围属国有土地及大古经济合作社（农民集体）、后坑经济合作社（农民集体）、金星农场所有；矿区外附属设施场地所损毁土地所有权和使用权属国有土地及金星农场所有，土地承包经营权和复垦责任人为雷州市和达发展有限公司，详见表3-21。

表 3-21 复垦区的土地权属说明表

权属	拟损毁面积 (hm ²)	地类 (hm ²)								
		02		03		04	10	11		12
		园地		林地		草地	交通运输用地	水域及水利设施用地		其他土地
		0201	0204	0301	0307	0404	1006	1104	1107	1206
		果园	其他园地	乔木林地	其他林地	其他草地	农村道路	坑塘水面	沟渠	裸土地
国有土地及大古经济合作社（农民集体）、后坑经济合作社（农民集体）、金星农场所有	12.1892	9.2303	0.1405	0.5651	0.6621	-	0.1910	1.2321	0.1681	-
	2.8999	2.8581	-	-	-	0.0418	-	-	-	-
	0.6365	0.6365	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.1928	0.1928	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.7413	0.7368	-	-	-	-	-	-	-	0.0045
	0.4452	0.1325	-	-	0.0281	-	0.2598	0.0248	-	-
总计 (hm ²)	17.1049	13.7870	0.1405	0.5651	0.6902	0.0418	0.4508	1.2569	0.1681	0.0045

第四章矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析

本矿山治理和复垦的主要内容有：①对采场外有汇水的地段设置截排水沟；②对土质边坡坡面进行复绿；③对边坡台阶外侧修筑台阶挡土墙，边坡台阶内侧修筑台阶排水沟，然后覆土、植被复绿；④在采场凹陷采坑周边设置防护围栏、铁丝网与警示牌。⑤对工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路进行植被复绿。

矿山整治复绿施工必须具备一些必要的内外条件，这些条件包括外部的环境、交通、用电、用水以及组织管理和经费落实到位等。对于“通路”、“通电”、“通水”的三通问题，由于矿山开采已基本具备，只需稍加修整即可投入。

（一）技术可行性分析

1、矿山地质环境保护技术可行性分析

矿山地质环境保护是在矿山地质环境现状评估及预测评估的基础上，预防矿山地质环境问题发生而设计针对性措施。

（1）矿山地质灾害预防技术可行性分析

预测矿区未来可能引发的地质灾害有崩塌、滑坡、泥石流，其中露天采场为崩塌、滑坡易发区、剥离层外运转运场为泥石流的易发区，故需对主要致灾因素进行防范处理可达到预防效果。

①放缓坡角消除隐患及工程加固措施：矿山剥离或开采必须严格依据开发利用方案设计实施，自上而下分级开采，控制好台阶高度及帮坡角度；矿山采矿活动过程中，对于层理、节理发育地段，或存在层间软弱结构面、带的部位，工作面朝向应尽量避免避开软弱结构面的顺倾向方位；当采场边坡上部存在不稳定岩土体要及时削坡清除，消除地质灾害隐患；另外，针对局部边坡存在裂隙发育或岩土体较破碎软弱的地段必要时可采取适当的边坡加固工程措施进行加固，该项工程主要在矿山开采过程中安全措施投入，列入矿山建设的安全投资费用，在本方案

中不计算其工程量以及费用。

②修建截、排水沟工程：在露天采场周边境界外修建截、排水沟，屏蔽矿山采场外部所有山坡径流，防止采场上部及周围山体汇水对开采坡面冲刷；另外，采场的开采边坡终了台阶形成后于每级台阶修筑排引水沟将边坡降雨汇水排出坡外，最大限度减少矿山开采区大气降雨的汇水量，并降低由于降雨作用造成对开采边坡构成的不稳定因素。

④修筑透水挡土坝：在剥离层外运转运场下方修筑透水挡土坝，起到挡土、透水作用，保证剥离层外运转运场底部及基地的稳定性，可预防泥石流的发生。

⑤植树种草的生物措施护坡：采场的开采边坡形成后可对边坡坡面采取植草护坡。

(2) 含水层破坏预防技术可行性分析

随着露天采坑底部平台标高的降低，疏干排水量逐步增大，将会影响矿区及周边的含水层赋存的地下水资源量和引起地下水位下降，形成局部降落漏斗，在疏干影响范围内将影响地下水含水层水位进一步下降。地下水位下降主要局限于采坑范围及其周边范围，由于未来开采形成的采坑面积较大，故采坑地下水位下降对周围地下水位的影响中等。因此，预测未来开采对地下含水层结构破坏影响较严重。雨季采矿废水对矿山及周边有轻微污染，主要污染物为含泥污水，若矿山企业在开采过程中遵循《开发利用方案》相关设计，采取措施对矿坑水进行治疗，积极修筑各区域沉砂池，可减少含泥污水直接外排的情况，最主要还是要加强监测。

(3) 地形地貌景观破坏预防技术可行性分析

矿山为新建项目，矿区设露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路等辅助设施，预测露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路等未来损毁总面积约17.1049hm²，露天采场开采最大深度约32m，随着采矿活动的进行，露天采场面积将越来越大，对土地（植被）的占用和破坏也将越来越严重，地貌结构由原来的植被覆盖较好的山坡林地地貌转变为矿区地貌，对原始的地形地貌景观影响和破坏程度大，修复的难易程度为较难，为避免或减少采矿活动对矿区地形地貌景观及土地资源的影响与破坏主要可采取如下措施进行预防保护。

①在开采过程中，应严格按照开发利用方案设计的开采境界进行开采，避免

矿山开采破坏周边的土地资源和地形地貌景观。

②合理堆放固体废弃物，选用合适的综合利用技术，加大综合利用量，减少对地形地貌和土地资源的破坏。

③尽量实现边开采边治理，及时恢复开采区的植被。

（4）水土环境污染预防技术可行性分析

现状水土环境未发生污染，预测未来矿山发生水土污染的可能性小。虽水土环境污染的可能性小，但矿山开采全程需进行监测。

矿山水土环境污染监测（包括人工巡查、取样化验等）是当前较成熟和广泛推广的一项技术。

2、矿山地质环境治理技术可行性分析

本矿山为新设矿山，主要存在的问题是采矿引起的地形地貌景观破坏，由于其位于矿区范围内，随着矿山的边开采边复绿，其地形地貌景观将逐步得到修复和改善，所以其主要治理措施为与地形地貌景观破坏预防措施相同。

综上所述，本矿山地质环境治理拟所采用的预防、工程、监测等措施均为较为常规成熟的技术，均有国家规范标准所约束，且在省内类似矿山均已得到验证，具有相当高的可行性、可靠性和有效性，都是当前较成熟和广泛推广的一项技术。加之，本矿山施工场地充足，施工过程不受其他因素所干扰，只要稍加开拓即可满足施工作业条件；因此综合分析认为本矿山地质环境保护及治理所采用的技术可行可靠。

（二）经济可行性分析

矿山地质环境治理工程的实施，将会使矿山地质环境得到改善。根据“谁开发谁保护，谁破坏谁治理”的原则，及法律法规明确的生产矿山地质环境保护与治理责任和义务，本矿山采矿权人作为治理义务人，矿山地质环境保护与治理投资费用由矿山企业全部承担。

建立矿山环境治理恢复基金，建立动态化监管机制，推进环境治理成本内部化，使矿山企业真正履行矿山环境治理与生态修复责任。矿山企业需单设会计科目，根据矿山环境治理与生态恢复的要求，按照销售收入一定比例提取矿山环境治理恢复基金，计入企业成本，提取的资金由企业用于开展矿山环境保护和综合治理，经济上有保障。

（三）生态环境协调性分析

矿山露天开采活动严重损毁了原来的地貌，完全挖损了地表的土壤层和植被层，矿山生产区、附属设施区、道路等在生产活动中损毁了地表植被，形成不同程度的挖损与压占，采矿活动形成的挖损与压占破坏了原始地质环境，产生地质灾害诱因，从而引发一定的地质灾害，同时地表植被层和土体受到扰动，土壤流失会相应增加，会诱导地质灾害的发生，开采产生的粉尘、废水、垃圾污染，会使区域土壤的结构和肥力受到不同程度的损害；原始植被受到人类活动的践踏、干扰和损毁，生长能力和种群繁殖也会受到不良影响等。

其次若生产过程管理操作不当，如台阶高度过大、边坡角度超标、破碎带或不良地质构造层段治理不当等，可能造成滑坡、崩塌等地质灾害事故，对生态环境造成恶劣影响。

矿山采矿的施工、相关设施的建设等占用大量林地、破坏植被、土体被剥离、土壤可蚀性增加，抗侵蚀能力降低地形切割加剧，从而总成水土流失的加剧，给自然生态环境带来了严重的破坏。

通过对矿山地质环境治理与土地复垦方案的实施，将使矿区生态环境带来大大改善，首先，矿山地质环境治理与土地复垦可防止滑坡、崩塌等地质灾害，可防止水土流失和土地退化，增加抵御自然灾害的能力；其次，复垦后可改善生态环境，促进和保持生态系统的良性循环，调节区域小气候。总之，通过全面实施矿山地质环境治理与土地复垦方案，可以有效增加林草植被面积，使生态环境大大改善，可促进土地的持续利用，复垦采用的植被均为矿区周边常见植物，适宜性好。因此矿山地质环境保护与土地复垦工程施工后，与周边的生态环境协调程度高，为矿区周边人民生产、生活提供良好的生态环境；矿山开采应坚持谁开发谁保护，谁破坏谁治理的基本原则，做到边开采边治理，做好自然保护工作，使开发建设与环境承载相统一。

二、矿区土地复垦可行性分析

（一）复垦区土地利用现状

该项目为露天开采矿山，根据科学合理、实事求是的原则，本方案设计矿山

资源开发利用结束后，露天采场所挖损土地复垦为园地、坑塘水面；工业场地所挖损/压占土地复垦为园地；剥离层外运转场所挖损/压占土地复垦为园地；机汽修车间所挖损/压占土地复垦为园地；综合服务区所挖损/压占土地复垦为园地；矿区道路所挖损/压占土地复垦为林地；复垦率 100%。

根据对拟损毁土地的分析及复垦区的确认，复垦区土地利用现状具体情况见表 4-1：

表 4-1 复垦前后土地利用结构调整表

复垦前					复垦后				
一级地类		二级地类		面积 hm ²	一级地类		二级地类		面积 hm ²
02	园地	0201	果园	13.7870	02	园地	0201	果园	6.0850
		0204	其他园地	0.1405					
03	林地	0301	乔木林地	0.5651	03	林地	0301	乔木林地	0.4452
		0307	其他林地	0.6902					
04	草地	0404	其他草地	0.0418					
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.4508					
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	1.2569	11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	10.5747
		1107	沟渠	0.1681					
12	其他土地	1206	裸土地	0.0045					
合 计				17.1049					17.1049

（二）土地复垦适宜性评价

土地适宜性评价是针对复垦区的损毁土地进行的潜在的适宜性评价，根据损毁土地的自然属性和损毁状况，适当对社会经济因素作为背景条件，来评定未来土地复垦治理后对农、林、牧、渔及其他利用方向的适宜性及适宜程度、限制性及限制程度，是一种预测性的土地适宜性评价。

1、评价原则

土地复垦适宜性评价应包括以下原则：

- ①符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调。
- ②因地制宜原则。
- ③土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则。
- ④主导性限制因素与综合平衡原则。
- ⑤复垦后土地可持续性原则。
- ⑥经济可行、技术合理性原则。

⑦社会因素和经济因素相结合原则。

2、评价方法

本方案选择的评价方法为定性法，定性法是对评价单元的原土地利用状况、土地损毁、公众参与、当地社会经济等情况进行综合定性分析，确定土地复垦方法和适宜性等级。

结合矿区地表土地损毁特征以及区域自然环境、社会环境特点，本复垦方案土地适宜性评价采用定性法进行，即按土地类型基本要求，对比采矿损毁土地的特征，并结合附近矿区土地复垦经验和科学经济的复垦措施，将需复垦的土地分为适宜和不适宜两类，其中适宜类为损毁前已利用的土地（包括宜林地、宜草地，各种宜利用土地适宜性按损毁程度和可垦性进行分级评价），不适宜为损毁前未利用土地或受到损毁严重、目前技术经济条件下不宜复垦的土地。

3、评价因子及评价标准

参评因素应选择那些对土地利用影响明显而相对稳定的因素，以便能通过因素指标值的变动决定土地的适宜状况。项目区其土地利用受到土地利用共性因素（土壤侵蚀、地形坡度、土壤质地、有效土层厚度、排灌条件等）的影响。根据多年的土地复垦经验，共选出9项参评因子。

通过将参评因素状态值对农、林、草（牧）的影响状况及改良程度的难易与《中国1:100万土地资源图》对因子等级划分指标相对应作对比研究，基本吻合，故以《中国1:100万土地资源图》等级划分标准作参照，进一步对项目区特有的对土地适宜性影响明显的因子进行等级划分，得出土地适宜性评价各参评因素的分级指标和对农林牧适宜性的等级标准。

根据矿区所在区域自然环境特征、结合矿区土地损毁特点、土地类型等有关指标，参阅有关矿区损毁土地适宜性评价和复垦经验，本方案土地适宜性评价限制因子选取主要考虑以下几个方面指标：土壤侵蚀、地形坡度、地表物质组成、有效土层厚度、排水条件、灌溉条件、岩土污染、土体容重和土壤有机质组成。适宜性评价限制因素分级标准见表4-2，参评单元的土地质量状况结果见表4-3。

4、评价单元划分原则

根据矿区拟损毁土地分区预测结果，损毁土地范围、损毁前后的土地利用功能，以及对损毁土地进行复垦的可能性分析，将本项目土地复垦目标适宜性评价单元划分为：

- ①露天采场
- ②工业场地
- ③剥离层外运转运场
- ④机汽修车间
- ⑤综合服务区
- ⑥矿山道路

共划分6个评价单元。

5、评价单元划分原则

根据上述土地适宜性评价原则、评价方法、评价标准、评价单元划分以及主导适宜性等，对矿区损毁土地进行适宜性评价，评价结果见表4-4。

该复垦目标与项目区域的土壤、植被、气候、水文和生态环境是适应的、协调的。根据科学合理、实事求是的原则，并参照地方土地利用总体规划，矿山资源开发利用结束后，所压占、挖损土地复垦为园地、林地、坑塘水面，复垦率100%。

4-2 适宜性评价限制因素分级标准

限制因素及分级指标		园地评价	林地评价	草（牧业）评价
土壤侵蚀 （侵蚀沟占土地 面积%）	无	1	1	1
	<10	1	1	1
	11-30	2	1	1
	31-50	3	2	2
	>50	不或 3	3	3
地形坡度	<3	1	1	1
	4-7	1 或 2	1	1
	8-15	2	1	1
	16-25	3	2 或 1	2
	26-35	不	2	3
	>35	不	3 或 2	不或 3
地表物质组成	壤土	1	1	1
	粘土、砂壤土	2	2	2
	重粘土、砂土	2 或 3	3	3
	砂质土、砾质	不	不或 3	3
	石质	不	不	不
有效土层厚度 （cm）	>100	1	1	1
	99-60	2	1	1
	59-30	3	1	1
	29-10	不	2 或 3	2
	<10	不	3 或不	3
排水条件	不淹没或偶然淹没、排水好	1	1	1
	季节性短期淹没、排水较好	2	2	2
	季节性较长期淹没、排水差	3	3	3 或不
	长期淹没、排水条件很差	不	不	不

灌溉条件	有稳定灌溉条件的干旱、半干旱土地	1	1	1
	灌溉水源保证差的干旱、半干旱土地	2	2	2
	无灌溉水源保证干旱、半干旱土地	3	3	3
岩土污染	不	1	1	1
	轻度	2	2	2
	中度	3	2 或 3	3
	重度	不	不	不
土体容重($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	1.3-1.4	1	1	1
	1.2-1.3 或 1.4-1.5	2	2	2
	<1.2 或 >1.5	3 或不	3 或不	3 或不
土壤有机质($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	>10	1	1	1
	10-6	2 或 3	1	1
	<6	3 或不	2 或 3	2 或 3

表 4-3 参评单元的土地质量状况结果

指标体系	土地复垦分区					
	露天采场	工业场地	剥离层外运转运场	机汽修车间	综合服务区	矿区道路
土壤侵蚀	<10	<10	<10	<10	<10	<10
地形坡度	>35	4-7	4-7	4-7	4-7	8-15
地表物质组成	粘土、石质	粘土、石质	粘土、石质	粘土、石质	粘土、石质	粘土、石质
有效土层厚度	<10	59-30	59-30	59-30	59-30	<10
排水条件	季节性短期淹没、排水较好	不淹没或偶然淹没、排水好	不淹没或偶然淹没、排水好	不淹没或偶然淹没、排水好	不淹没或偶然淹没、排水好	不淹没或偶然淹没、排水好
灌溉水源保证	有保证	有保证	有保证	有保证	有保证	有保证
土体容重($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	1.3-1.4	1.3-1.4	1.3-1.4	1.3-1.4	1.2-1.3 或 1.4-1.5	1.2-1.3 或 1.4-1.5
岩土污染	无	无	无	无	无	无
土壤有机质($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	<3 年, <6; 3-6 年, 6-10 >6 年, >10	<3 年, <6; 3-6 年, 6-10 >6 年, >10	<3 年, <6; 3-6 年, 6-10 >6 年, >10	<3 年, <6; 3-6 年, 6-10 >6 年, >10	<3 年, <6; 3-6 年, 6-10 >6 年, >10	<3 年, <6; 3-6 年, 6-10 >6 年, >10

表 4-4 土地复垦适宜性评价结果表

评价单元	复垦利用方向	复垦面积（hm ² ）	复垦单元适宜性		
			宜园	宜林	水面
露天采场台阶	复垦园地	1.6145	适宜	适宜	不宜
露天采场凹陷采坑	复垦坑塘水面	10.5747	不宜	不宜	适宜
工业场地	复垦园地	2.8999	适宜	适宜	不宜
剥离层外运转运场	复垦园地	0.6365	适宜	适宜	不宜
机汽修车间	复垦园地	0.1928	适宜	适宜	不宜
综合服务区	复垦园地	0.7413	适宜	适宜	不宜
矿区道路	复垦林地	0.4452	不宜	适宜	不宜
合计		17.1049			

（三）水土资源平衡分析

1、土地资源平衡分析

（1）覆土工程量

本方案设计土地复垦需回填表土总量约 32040.1m³。其中露天采场台阶回填需 9687.6m³；工业场地回填需 14499.5m³；剥离层外运转运场回填需 3182.5m³；机汽修车间回填需 964m³；综合服务区回填需 3706.5m³；具体见下表 4-5。

表 4-5 矿区各区域的回填量计算表

分区	部位	项目名称	覆土厚度（m）	覆土面积（hm ² ）	工程量（m ³ ）
露天采场台阶	开采台阶	覆土	0.6	1.6146	9687.6
工业场地（园地）	场地内	覆土	0.5	2.8999	14499.5
剥离层外运转运场	场地内	覆土	0.5	0.6365	3182.5
机汽修车间	场地内	覆土	0.5	0.1928	964
综合服务区	场地内	覆土	0.5	0.7413	3706.5
合计					32040.1

（2）复垦覆土来源

根据广州德一地质勘察有限公司于2023年11月编制的《广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》（以下简称《开发利用方案（修编）》）所示，矿山产出的第四系冲洪积层粉质粘土约52.65万 m³，该矿主要为凹陷露天开采，估算前2年第四系冲洪积层粉质粘土完成剥离，平均每年产出约为26.33万 m³，其中大部分剥离层外运销售处理，保留一部分作为复垦复绿用土，故《开发利用方案（修编）》在破碎站产品堆场平台东侧设置剥离

层外运转运场，剥离层外运转运场设置在破碎站产品堆场平台东侧，场地标高+50m。总占地面积约0.6365hm²（包括料堆面积、汽车装运场地、拦挡设施及截排水设施）。最大堆填高度8m，最大可堆填场地面积约0.4687hm²，该场地最大可暂存剥离层约2.71万 m³，该矿主要为凹陷露天开采，估算前2年第四系冲洪积层粉质粘土完成剥离，平均每年产出约为26.33万 m³，可临时堆存1.2个月。。由于矿区周边征地困难，所以剥离层外运转运场设置的面积较小，可堆存总量有限，故设计矿山采用边开采、边复垦的方式，剥离层外运转运场内堆存的表土要及时的用于已开采完毕段落的复垦，设计本矿山复垦用土全部取自于剥离层外运转运场内堆存土。

表 4-6 剥离层外运转运场堆存量及最大临时堆存时间计算表

堆场名称	最大堆存面积		堆存高度	最大堆存量
	上面积	下面积	m	m ₃
剥离层外运转运场	2098	4687	8	27140
剥离总量				526500
堆存比例（%）				5
剥离层（第四系）剥离时间	单位：年			5
年平均剥离量（第四系）				263250
可临时存储时间（年）				0.10
可临时存储时间（月）				1.2

（3）复垦用土质量

本方案设计复垦所需回填土，全部取自于矿山剥离的表土，现状矿山未进行任何开采活动，根据勘查了解，现状矿山待剥离表土其土壤类型为赤红壤，地表土主要为粘性土，由玄武岩风化而成，粉粒含量较高，持水性能强。现状土壤富含铁铝，在10%以上，有机质含量一般为2%~3%，植被覆盖较好地段可达5%，是当地自然肥力最高的一种土壤。

考虑到表土的堆存问题，设计在剥离层外运转运场下游处设置拦渣坝、外围设置截水沟，减少剥离层外运转运场内的水土流失。同时土地复垦对表土质量有要求，为了防止剥离后表土土壤被污染，剥离层外运转运场内堆存表土要及时用于已开采段落的复垦回填所需，必要时可用土工布覆盖，防止土壤被污染，对于场地内堆存较长时间的表土，在使用前需进行土壤检测，检测其土壤有效水分、土壤容重、有机质含量和土壤内重金属含量，重金属含量超标的表土不可用于土地复垦。

2、水资源平衡分析

（1）复垦林地、园地区域需水量

本方案复垦林地与园地区域所需灌溉水总量约889.1m³。其中乔木种植灌溉用水量需23.3m³；果树种植灌溉用水量需838m³；攀爬植被种植灌溉用水量需27.8m³；具体见下表4-7。

表 4-7 植树种草实际发生的水量汇总表

单项工程	项目	计量单位	单位	定额工程量	设计工程量	实际工程量
乔木	水	100	m ³	4.5	5.18	23.3
果树	水	100	m ³	5.5	152.43	838
攀爬植被	水	100	m ³	2.5	11.136	27.8

注：设计工程量见后章节土地复垦生物措施工程量计算

（2）复垦水源

居上计算所示，本方案复垦林地与园地区域所需灌溉水总量约 889.1m³，在矿山开采期间，已开采完毕的台阶复垦时，乔木及果树的灌溉用水可使用矿山高位水池内存水进行灌溉，通过给水管引出至复垦平台进行灌溉。

露天采场在+44m 台阶以上为正地形开采，在+44m 台阶以下为凹陷开采，凹陷开采至底板+22m，采场闭坑后将形成一个凹陷采坑，考虑到回填工程的可行性、实际性和回填土方量严重不足等因素，矿山资源开发利用结束后，露天采场正地形段落复垦为园地，露天采场凹陷段落复垦为坑塘水面，当矿山闭坑后，矿山养护期的灌溉用水可取自该坑塘水面中存水，在灌溉期采用水泵+输水软管的给水组合方式，将采场坑塘水面内水引入至各区域内进行灌溉。坑塘水面内水在使用前应对该水质情况进行监测，相关监测因子需达到《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）标准限值才能用于灌溉。

（四）土地复垦质量要求

1、复垦标准

DC-TD《土地复垦技术标准》。

2、复垦质量要求

本矿区土地复垦方向为林地、园地、坑塘水面。根据《土地复垦质量控制标准》（TO/T1036-2013），本区地处平原地貌，土地复垦质量标准要符合当地林地、园地的土地复垦控制标准，其工程标准如下：

（1）乔木林地

1) 土壤质量：有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$ ；土壤容重 $\leq 1.5\text{g/cm}^3$ ，土壤质地为砂土至壤质粘土；砾石含量 $\leq 25\%$ ；pH 值在 5.0~8.0 之间；有机质含量 $\geq 1\%$ 。

2) 配套设施：设置的道路要达到本行业工程建设标准要求。

3) 生产力水平：定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）的要求，三年植树成活率 90%以上，郁闭度 ≥ 0.35 。

4) 生物标准：选择适宜树种，特别是乡土树种和抗逆性能好的树种，实行乔、灌、草混种，乔木或灌木采用株行距 2m $\times$ 2m 规格栽植，打穴规格 40cm $\times$ 40cm $\times$ 30cm，苗木规格采用 1~2 年生、40cm-70cm 高的营养袋苗，每穴施放复合肥 250g，苗木综合成活率达到 95%以上。

(2) 园地

1) 有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$ ；土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ；土壤质地为砂土至壤质粘土；砾石含量 $\leq 5\%$ ；pH 值在 5.5~8.0 之间；有机质含量 $\geq 1\%$ ；电导率/（dS/m） ≤ 2 。

2) 配套设施：设置的道路要达到本行业工程建设标准要求。

3) 生产力水平：三年后达到周边地区同等土地利用类型水平。

根据《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013），结合项目区具体位置，其中乔木林地的土地复垦质量控制标准如表 4-8 所示，园地的土地复垦质量控制标准如表 4-9 所示。

表 4-8 乔木林地土地复垦质量控制标准

复垦方向		指标类型	基本指标	控制标准
林地	林地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥ 30
			土壤容重/（g/cm ³ ）	≤ 1.5
			土壤质地	砂质壤土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤ 25
			pH 值	5.0~8.0
			有机质/%	≥ 1
		配套设施	道路	达到当地各行业工程建设标准要求
			林网	
		生产力水平	定植密度/（株/hm ² ）	满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）的要求
			郁闭度	

表 4-9 园地土地复垦质量控制标准

复垦方向		指标类型	基本指标	控制标准
园地	园地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥ 30
			土壤容重/（g/cm ³ ）	≤ 1.45
			土壤质地	砂质壤土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤ 15

			pH 值	5.5~8.0
			有机质/%	≥1
			电导率/（dS/m）	≤2
		配套设施	灌溉	达到当地各行业工程建设标准要求
			排水	
			道路	
		生产力水平	定植密度/（株/ hm ² ）	三年后达到周边地区同等土地利用类型水平

3、复垦工程标准通则

1) 待复垦场地背景资料具备，包括工程地质、水文地质、土壤、植被、区域自然环境和简要社会环境等；待复垦场地原用途的设计、运行及闭坑设计资料；复垦场利用方向设计论证资料等。

2) 待复垦场地利用类型的选择；应与当地地形、地貌及环境相协调。

3) 待复垦场地及边坡稳定性可靠，原有工程设施(坝、堤、堰等)稳定(含地震情况下)。

4) 用作复垦场的覆盖材料，不应含有有毒有害成分。如复垦场地含有毒有害成分时，应先处置去除，视其废弃物性质、场地条件、必要时设置隔离层后再行覆盖。充分利用从废弃地收集的表土作为顶部覆盖层。

5) 覆盖后的复垦场地规范、平整。覆盖层容重等满足复垦利用要求。

6) 复垦场地有满足要求的排水设施，防洪标准符合当地要求。

7) 复垦场地有控制水土流失的措施。

8) 复垦场地有控制污染措施，包括空气、地表水、地下水等。

9) 复垦场地道路、交通干线布置合理。

4、生态恢复用于林业

1) 复垦区位于城镇、居民区附近，宜种植经济林，也可依所在地配置相应的功能林。

2) 选择适宜树种，特别是乡土树种和抗逆性能好的树种，实行乔、灌、草混种。

3) 三年后植树保存率 90%以上。

4) 三年后郁闭度达 35%以上。

5、预防控制措施

为了实现最终土地复垦目标，矿山在生产和建设期间，要以《矿山地质环境保护与土地复垦方案》为指导，按照“统一规划，源头控制，防复结合”的原则，

以土地复垦目标为准则，以规划用地红线图为限度，加强预防控制措施。要严格控制用地规模，防止规划外的土地压占和损毁；要预防项目区的水土流失，防治对外造成污染；要控制主体生产项目的工艺流程，使生产建设方案与土地复垦方案措施相协调。

总之，生产建设期间的预防控制措施，要为最终土地复垦奠定工程基础，优化技术方案，创造良好的复垦生态环境。

第五章矿山地质环境治理与土地复垦工程

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

（一）目标任务

在矿山生产期间，严格控制矿产资源开发对矿山地质环境的扰动和破坏，最大限度地减少或避免矿山地质环境问题的发生及对土地资源的破坏，改善生态环境。对矿山现有地质灾害隐患及时进行防治，对已破坏的土地及时进行复垦，确保不存在危及人民生命财产与重要基础设施的不安全因素；保护矿区内地下水水环境平衡，采用治理措施使受破坏水环境逐渐得以恢复；对破坏的地形地貌景观以及土地资源进行整治及复垦工作，并使生态和景观环境与周围相协调；矿山地质环境防治措施应随矿山开采进度和矿山地质环境的变化情况不断进行调整，以适应新情况、新形势的需要。同时还应该以矿山地质环境影响现状及预测评估结果为基础，对制定的防治措施并进行技术、经济论证；学习和引进矿山地质环境保护的先进技术和经验，提高矿山地质环境保护水平；切实做到矿山生产区和生活区分离，确保人居环境的安全，提高人居环境的质量；制定矿山地质环境问题监测方案，实施对矿山地质环境问题的动态监测。

土地复垦项目规划目标主要有：1）重建永久景观地形；2）恢复土地生产能力；3）提高土地利用效率；4）增加土地收益；5）改善生态环境；6）增加有效林地与园地面积。

（二）主要技术措施

按照“统一规划、源头控制、防复结合”的原则，结合项目特点、施工方式及工艺等，制定本矿区地质环境保护与土地复垦项目的预防控制措施。

矿区地质环境保护与土地复垦项目预防控制措施主要包括以下几个方面：

1、矿山地质灾害

采矿活动可能发生的地质灾害为崩塌、滑坡、泥石流，危害对象主要为威胁采矿人员安全、损坏采矿设备、破坏下游林地和影响道路的运营。其保护工程主

要如下。

(1) 遵循“自上而下，分水平台阶”的开采方法，严格按开发利用方案设计的露天采场参数进行开采，规范采矿活动，不能随意乱挖。

(2) 开采前，先修建排水沟，做好防排水工作；开采过程中，遇较软弱地段，放缓边坡高度和坡度。

(3) 不断对终了区域进行复垦，平台、底部修建排水沟，积极开展复绿工程。

(4) 布置观测点监测边坡稳定情况，若发现隐患，及时设置警示标牌，采取工程措施处理。

2、含水层破坏

矿山开采产生的废水污染源主要来自采矿废水、生活废水。采场下游修筑沉淀池，废水汇入沉淀池经澄清后才外排，处理后的汇水排放指标为泥砂含量不大于 500g/m^3 ，定期取周边水样进行水质变化分析，掌握采矿对周边地表水的影响情况，以便采取合理有效的防治措施。

3、地貌景观的保护

对地貌景观的保护采取边开采边恢复，开采与恢复进度合理衔接，使地貌景观破坏面积与治理恢复面积之差始终保持在最小面积范围内，使破坏面积与治理恢复面积达到动态平衡。规范露天开采，按开发利用设计合理边坡角进行开采，减小对地形地貌景观破坏。

4、土地资源的保护

尽量减少矿山开采活动对土地资源的占用破坏：

一是充分利用已有的土地资源，做到布局合理、紧凑，不浪费土地资源；

二是尽量少用临时堆放措施，矿山采购的物资材料，要根据进度安排合理进货数量，合理安排堆放场地；同时，对采出矿石的分堆分存处理，要合理安排场地，能尽快处理的要及时处理。

三是按开发方案设计对开采过程中产生的剥离表土充分利用，减少对土地资源的破坏。

(三) 主要工程量

矿山地质环境保护与土地复垦预防主要为规范开采活动，提前实施各场地截

排水沟与拦挡坝设施、清理坡面挂网、人工巡视监测等，防患于未然，发现问题，立即解决。

表 5-1 矿山地质环境保护与土地复垦预防工程量汇总表

编号	工作内容	单位	工程量	备注
1	浆砌截排水沟	m	见表 5-2	规格见图 5-1
2	浆砌拦挡坝	m	见表 5-2	规格见图 5-2
3	清理坡面挂网	m ²	见表 5-2	具体位置见附图 5 与附图 6

二、矿山地质灾害治理

（一）目标任务

主要根据预测评估分析结果，以“预防为主、防治结合”的原则，提出本方案适用期的矿山地质灾害治理措施。具体目标任务有：

（1）崩塌、滑坡的防治

矿山开采形成的露天采场边坡高度较大，在极端气候条件下，有可能产生局部崩塌、滑坡，在边坡顶部设置截、排水沟，疏排上部边坡汇水，采场坡面采用清理坡面、挂网及植被护坡，以增加边坡的稳定性。

（2）泥石流的防治

预测泥石流发生点为剥离层外运转运场，方案对剥离层外运转运场泥石流防治主要通过修筑拦挡坝、固化泥石流物源、接引地表水措施对其进行防治，随着矿山开采，及时做好修坡、护坡及复绿等工程措施和生物措施。

（二）工程设计与技术措施

崩塌、滑坡、泥石流地质灾害防治

由于采矿的采剥作业打破了边坡岩体内的原始应力的平衡状态，出现了次生应力场，常使边坡岩体发生变形破坏，使岩体失稳，导致崩塌或滑坡地质灾害。据现状调查，现状未发生地质灾害，随着采矿活动的进行，预测采场边坡有发生崩塌、滑坡、泥石流的可能。因此主要针对崩塌、滑坡、泥石流易发区与采取防治措施。

1、工程设计与技术措施

（1）截水沟措施

在露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区四周做浆砌块石环形截水沟，防止地表径流直接冲刷各坡顶及场地内，根据《排水沟设计规范》GB/T 16453.4-1996，确定截水沟断面规格为矩形，底宽 0.6m，高 0.6m，边坡坡度 1：0.6（开挖断面面积 0.7m²，砌筑断面面积为 0.36m²），纵向顺地形布置，其上涂水泥砂浆抹面，具体规格尺寸如图 5-1 所示。

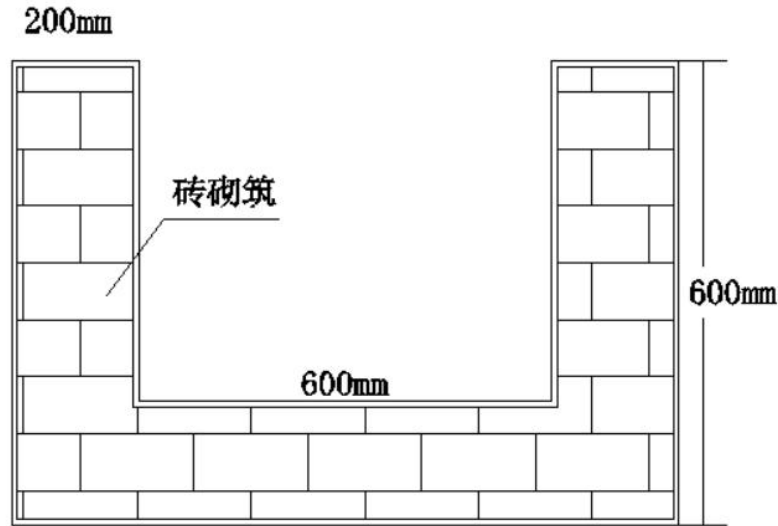


图 5-1 截水沟大样图

（2）抗滑拦挡坝

剥离层外运转运场下缘需设置一座拦挡坝，防止剥离层外运转运场内堆存表土垮塌引发泥石流地质灾害。首先应先将堆场下缘的松散物质清除，开挖挡墙基槽。拦挡坝呈线形布置，采用扶壁式拦挡坝，拦挡坝修建长度约 110m，拦挡坝的规格尺寸见下图 5-2 所示。

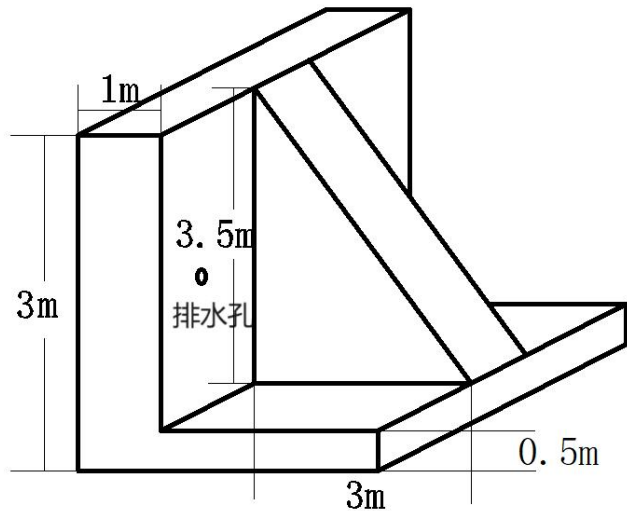


图 5-2 扶壁式拦挡坝大样图

(3) 采场边坡滑坡防治

根据本方案第三章“矿山地质灾害预测评估小节”所示，采场西北侧边坡及采场西南侧边坡在扰动的条件下，边坡岩土体工程地质性质会降低，岩土体稳定性变差，加之采场西北侧边坡及采场西南侧边坡邻近破碎带薄弱面，存在有崩塌、滑坡等地质灾害的可能，具体表现为边坡岩块破碎及滚石，本方案设计对采场西北侧边坡及采场西南侧边坡进行清理坡面松散岩块，并对岩石较破碎地段进行挂网，挂网可有效阻止岩石较破碎地段的坡面落石，砸伤下级台阶工作人员或损坏采矿设备，在配合攀爬植物对裸露坡面进行覆盖，利用攀爬植物的攀爬、匍匐、垂吊的特性，对裸露的坡面进行垂直复垦绿化。采场西北侧边坡及采场西南侧边坡挂网具体位置见下图5-3。

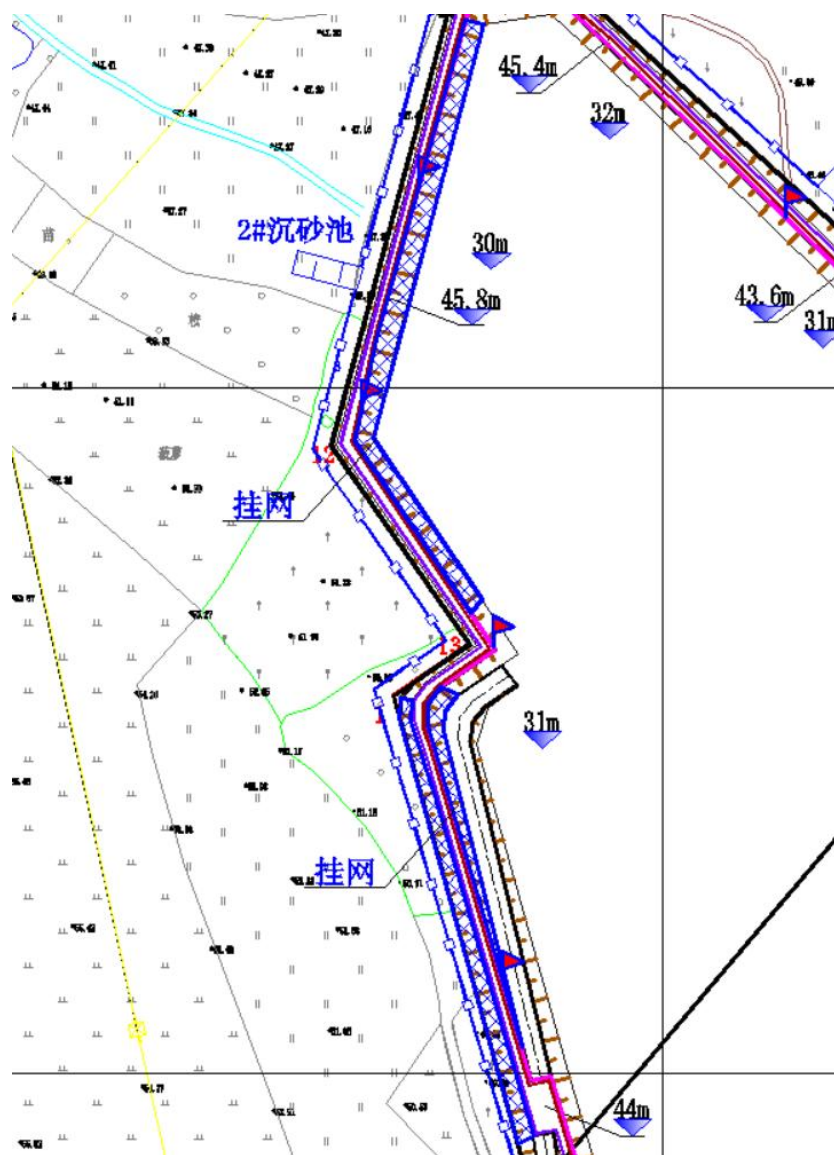


图5-3 采场西北侧边坡及采场西南侧边坡挂网布置图

(4) 外排水处理系统

矿区内排水沟与界外截排水沟排出的水泥砂含量较高，易对下游造成泥沙污染，水质处理主要是沉淀泥砂、澄清水质。矿山共设置4座沉砂池，各沉砂池位置见附图5与附图6，沉砂池分别对矿区与附属场地进行水质处理，处理后的废水排放指标为泥砂含量不大于 $500\text{g}/\text{m}^3$ ，沉砂池采用砖砌混凝土浇筑成型，沉砂池设置外径尺寸长 $\geq 5.5\text{m}$ 、宽 $\geq 3\text{m}$ 、深 $\geq 2.5\text{m}$ ，其单体砌筑面积为 15.38m^3 ，上沿口应离地面高度 $\leq 500\text{mm}$ ，池壁和三级沉淀隔离壁厚度 $\geq 200\text{mm}$ ，底板厚度应 $\geq 200\text{mm}$ ，具体规格尺寸如下图5-4所示。

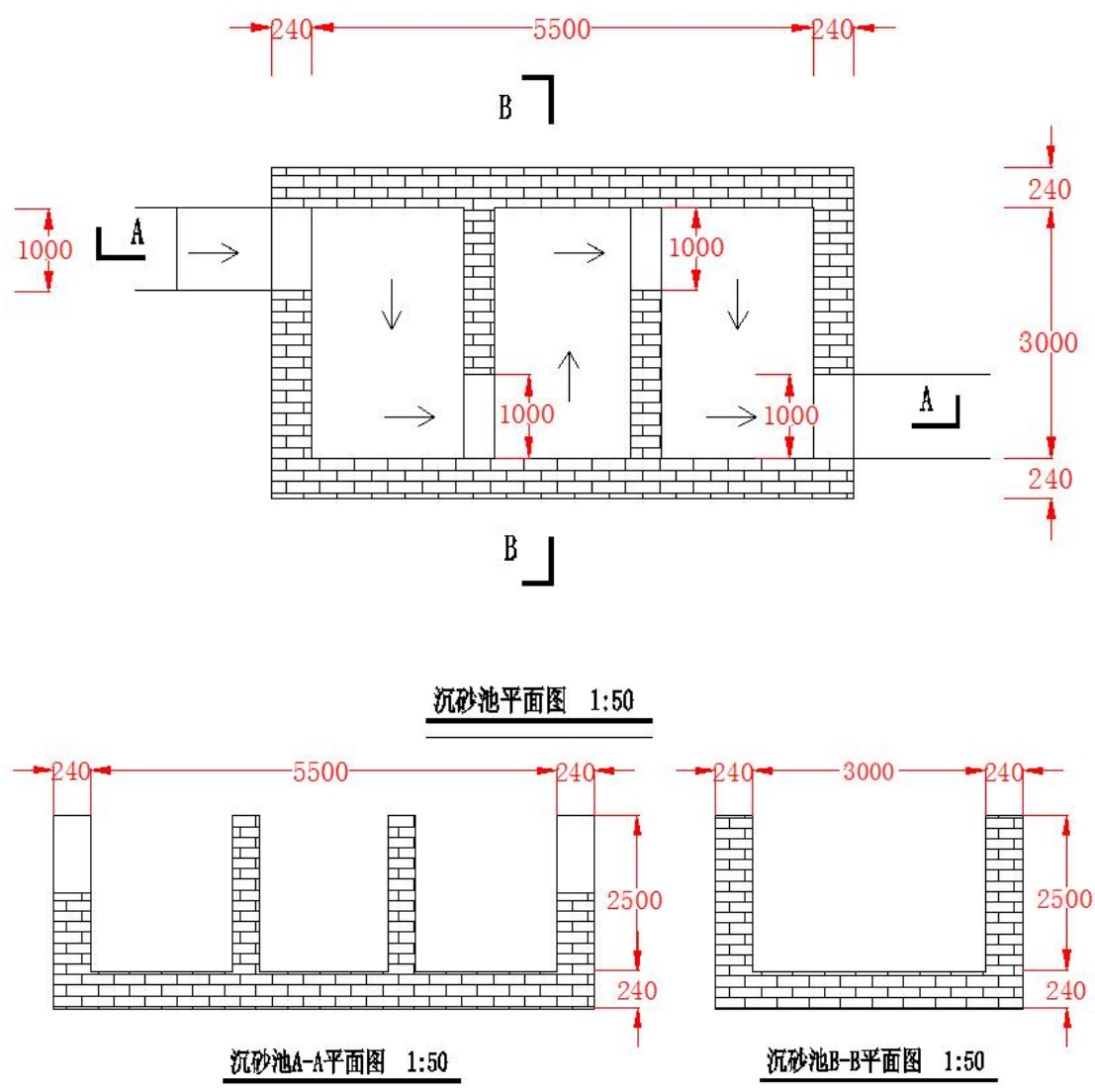


图5-4 沉砂池规格尺寸大样图

（三）主要工程量

各场地边坡崩塌、滑坡防治工程量见表 5-2。

表 5-2 崩塌、滑坡防治工程工程量表

部位	工程名称	单位	工程量	备注
露天采场	境外截水沟	m ³	459.7	总长度 1277m
	开挖土石方	m ³	893.9	
	清理坡面挂网（采场西南侧）	m ²	850	
	清理坡面挂网（采场西北侧）	m ²	1040	
	沉砂池	m ³	61.52	3 座
机汽修车间	境外截水沟	m ³	10.1	总长度 28m
	开挖土石方	m ³	19.6	
综合服务区	境外截水沟	m ³	81.0	总长度 225m
	开挖土石方	m ³	157.5	
工业场地	境外截水沟	m ³	108.7	总长度 302m
	开挖土石方	m ³	211.4	
	沉砂池	m ³	15.38	1 座
剥离层外运转 运场	境外截水沟	m ³	151.9	总长度 422m
	开挖土石方	m ³	295.4	
	拦挡坝	m ³	539	总长度 110m

注：生物植被措施在后章土地复垦环节中设计。

三、矿区土地复垦

（一）目标任务

该项目为露天开采矿山，根据科学合理、实事求是的原则，本方案设计矿山资源开发利用结束后，露天采场所挖损土地复垦为园地、坑塘水面；工业场地所挖损/压占土地复垦为园地；剥离层外运转运场所挖损/压占土地复垦为园地；机汽修车间所挖损/压占土地复垦为园地；综合服务区所挖损/压占土地复垦为园地；矿区道路所挖损/压占土地复垦为林地；复垦率 100%。

根据对拟损毁土地的分析及复垦区的确认，复垦区土地利用现状具体情况见表 5-3：

表 5-3 复垦前后土地利用结构调整表

复垦前					复垦后				
一级地类		二级地类		面积 hm ²	一级地类		二级地类		面积 hm ²
02	园地	0201	果园	13.7870	02	园地	0201	果园	6.0850
		0204	其他园地	0.1405					
03	林地	0301	乔木林地	0.5651	03	林地	0301	乔木林地	0.4452
		0307	其他林地	0.6902					
04	草地	0404	其他草地	0.0418					
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.4508					
11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	1.2569	11	水域及水利设施用地	1104	坑塘水面	10.5747
		1107	沟渠	0.1681					
12	其他土地	1206	裸土地	0.0045					
合 计				17.1049					17.1049

（二）工程设计与技术措施

1、露天采场工程技术措施

（1）工程措施

露天采场主要位于划定的开采境界内。矿区为新建项目，矿区在划定的矿区范围内设计可采最低标高为+22m，采用露天台阶式开采，随着开采平台的形成，矿区最终会形成 2~3 层台阶，露天采场+44m 台阶及以上台阶所损毁的土地宜进行平整改造，复垦为园地，复垦面积 1.6146hm²，为提高植物成活率及矿区范围的水土保持，各层开采完毕平台需进行平整和覆土改造，覆土厚度不小于 0.6m。

各层平台边缘砌筑挡土墙(规格尺寸见下图 5-6)，回填土壤，+44m 台阶及以上台阶平台沿坡底线外 0.4 m 修筑台阶排水沟(规格尺寸见下图 5-5)，坡面修筑泄水吊沟，使边坡汇水按如下顺序排泄：平台排水沟→坡面泄水吊沟→境外截排水。

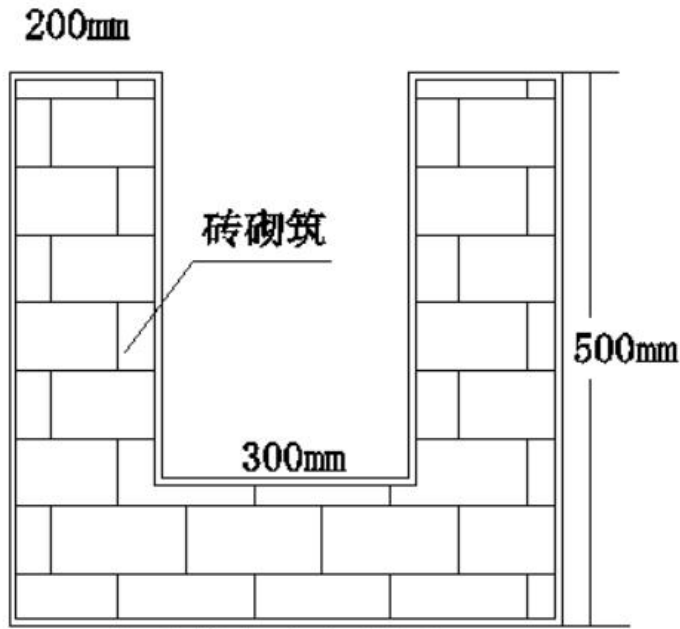


图 5-5 排水沟结构断面图

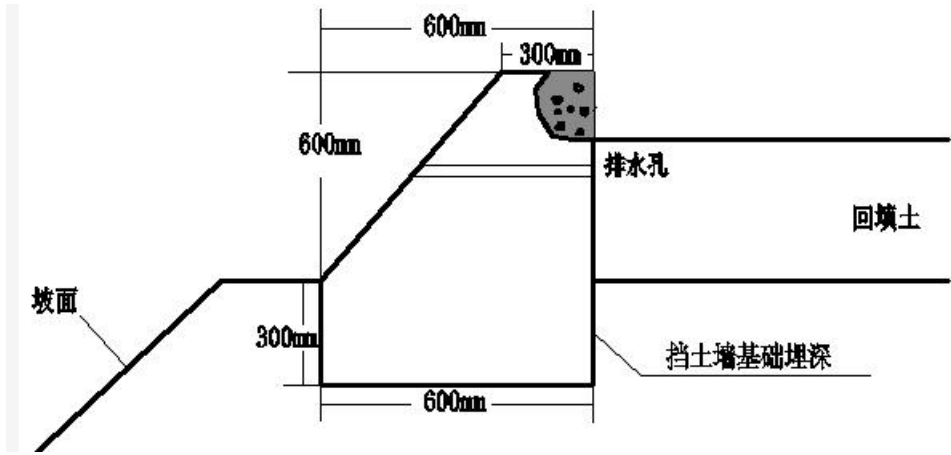


图 5-6 挡土墙结构断面图

采场开采终了时+44m 平台以下将形成凹陷采坑，凹陷采坑面积约 10.5747hm²，积水不能自行排出，考虑到回填工程的可行性、实际性和回填土方量严重不足等因素，方案设计+44m 以下复垦为坑塘水面，复垦面积约 10.5747hm²。

为保证人员及牲畜安全性，方案设计在坑塘水面外围修筑防护围栏（具体见图 5-7），设立警示牌，进行双重防护。而防护围栏的栏杆采用 0.25m×0.25m 正方形断面铁栏杆，高 2.0m（其中 0.5m 埋在地下基坑中，使用砼灌注），间距 2.0m，

坑塘水面外围防护围栏总修筑周长 1579m，需要 789 根栏杆，待防护栏杆修筑完工后，在各栏杆之间焊接铁丝网，每两根栏杆之间的铁丝网单体长 2.0m，宽 1.5m，单体面积 3m²，坑塘水面外围铁丝网总工程量为 2367m²。此外，为防止矿坑周边人畜踏足凹陷采坑，保障人畜生命安全，设计在防护围栏表面铁丝网上攀附铁刺篱进行防护，形成二级防护围栏，最后每隔 15m 设置一块警示牌，警示牌采用圆形铁牌与钢管焊接制造，支撑杆采用 1.5 m 钢管，底座使用膨胀螺丝进行安装，圆形铁牌表面应注明警示人员不得翻越围栏等内容，警示牌工程量为 105 块。

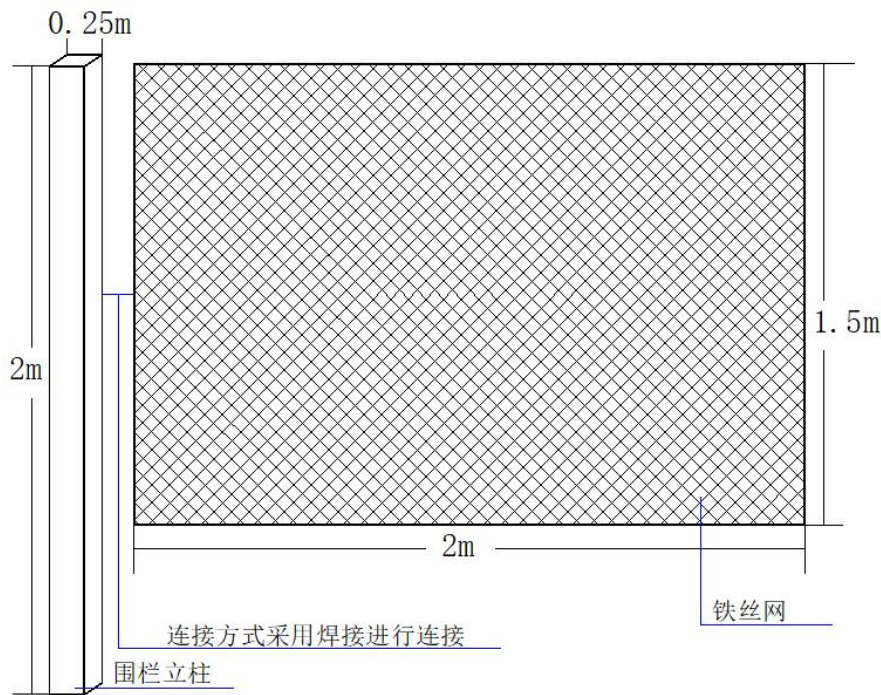


图 5-7 防护围栏规格尺寸图

(2) 生物措施

按场地的地形，待复垦工程措施完工后对采场复垦为园地区域进行香蕉种植，果树都选用 1—2 年生、40—70cm 高的营养袋苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。为快速实现复绿效果，应适当密植，采用株行距 2×2m 的规格栽植，即栽植密度 167 株/亩，打穴规格 40×40×30cm，每穴施放复合肥 2.5kg，有机肥 2.0kg，种植总面积 1.6146hm²。

露天采场+44m 以上的平台坡面沿坡底线种植攀爬植物，利用攀爬植物的攀爬、匍匐、垂吊的特性，对露天采场裸露坡面进行垂直复垦绿化，沿坡底线种植攀爬植物顺势而上覆盖裸露的陡坎坡面，种植密度为 0.8m/株，打穴规格 30×30×30cm，每穴施放复合肥 1.5kg，有机肥 1.0kg。

（3）养护措施

矿山闭坑后对露天采场进行为期 3 年的复垦工程管理养护，主要工作为：给树木浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥。

2、工业场地工程技术措施

（1）工程措施

工业场地在闭坑后首先拆除场地内建筑物与加工器械，拆除建筑物面积约 934m²，建筑废渣和废石统一回填至凹陷采坑内，其次为提高复垦为园地区域的植物成活率，区内复垦为园地的区域需进行平整和覆土改造，覆土厚度不小于 0.5m，需覆土改造面积 2.8999hm²，工业场地地势相对平缓，不会产生凹陷，地表水可顺势排出，且工业场地外围已设置的界外截排水沟，故不重复设计截排水工程。

（2）生物措施

按场地的地形，翻土后对工业场地内复垦为园地区域进行香蕉种植，果树都选用 1—2 年生、40—70cm 高的营养袋苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。为快速实现复绿效果，应适当密植，采用株行距 2×2m 的规格栽植，即栽植密度 167 株/亩，打穴规格 40×40×30cm，每穴施放复合肥 2.5kg，有机肥 2.0kg，种植总面积 2.8276hm²。

（3）养护措施

对闭坑后已复垦的工业场地进行为期 3 年的复垦工程管理养护，主要工作为：植被巡视保护、给树木浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥，并做好林地防火工作，尤其气候干燥时要加强对园区的监管。

3、剥离层外运转运场工程技术措施

（1）工程措施

剥离层外运转运场设置在破碎站产品堆场平台东侧，总占地面积约 0.6365hm²，矿山闭坑后对外运转运场进行复垦绿化，剥离层外运转运场场地内堆存的表土可用于矿山各区域后期复垦所需，最终境界外修筑排水沟连接下缘截排水沟，为了防止外部山坡径流侵袭剥离层外运转运场，考虑到极端暴雨天气时，剥离层外运转运场内堆存的表土可能造成滑坡、泥石流等地质灾害事故，剥离层外运转运场地下缘需设置一座透水拦挡坝，防止雨季山洪冲刷剥离层外运转运场引发的地质灾。（矿山地质灾害治理章节已设计排水沟、拦挡坝，本章节不重

复设计)。

(2) 生物措施

按场地的地形,翻土后对剥离层外运转运场场地内复垦为园地区域进行香蕉种植,果树都选用1—2年生、40—70cm高的营养袋苗,根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。为快速实现复绿效果,应适当密植,采用株行距2×2m的规格栽植,即栽植密度167株/亩,打穴规格40×40×30cm,每穴施放复合肥2.5kg,有机肥2.0kg,种植总面积0.6365hm²。

(3) 养护措施

对闭坑后已复垦的剥离层外运转运场进行为期3年的复垦工程管理养护,主要工作为:植被巡视保护、给树木浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥,并做好林地防火工作,尤其气候干燥时要加强对园区的监管。

4、机汽修车间工程技术措施

(1) 工程措施

机汽修车间在闭坑后首先拆除场地内建筑物与加工器械,拆除建筑物面积约416m²,其次清理机汽修车地内的地表水泥硬化,清除面积1928m²,清除厚度20cm,清除量约385.6m³,建筑废渣和废石统一回填至凹陷采坑内,其次为提高植物成活率,区内需进行平整和覆土改造,覆土厚度不小于0.5m,需覆土改造面积0.1928hm²,机汽修车间地势相对平缓,不会产生凹陷,地表水可顺势排出,且机汽修车间外围已设置的界外截排水沟,故不重复设计截排水工程。

(2) 生物措施

按场地的地形,翻土后对场地内复垦为园地区域进行香蕉种植,果树都选用1—2年生、40—70cm高的营养袋苗,根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。为快速实现复绿效果,应适当密植,采用株行距2×2m的规格栽植,即栽植密度167株/亩,打穴规格40×40×30cm,每穴施放复合肥2.5kg,有机肥2.0kg,种植总面积0.1928hm²。

(3) 养护措施

对闭坑后已复垦的机汽修车间进行为期3年的复垦工程管理养护,主要工作为:植被巡视保护、给树木浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥,并做好林地防火工作,尤其气候干燥时要加强对园区的监管。

5、综合服务区工程技术措施

(1) 工程措施

综合服务区在闭坑后首先拆除场地内建筑物，拆除面积约 1219m^2 ，其次清理综合服务区场地内的地表水泥硬化，清除面积 7413m^2 ，清除厚度 20cm ，清除量约 1482.6m^3 ，建筑废渣和废石统一回填至凹陷采坑内。其次为提高植物成活率，区内需进行平整和覆土改造，覆土厚度不小于 0.5m ，需覆土改造面积 0.7413hm^2 ，综合服务区地势相对平缓，不会产生凹陷，地表水可顺势排出，且综合服务区外围已设置的界外截排水沟，故不重复设计截排水工程。

(2) 生物措施

按场地的地形，翻土后对场地内复垦为园地区域进行香蕉种植，果树都选用 1—2 年生、 $40\text{—}70\text{cm}$ 高的营养袋苗，根系完整、苗木健壮、顶芽饱满、无病虫害。为快速实现复绿效果，应适当密植，采用株行距 $2\times 2\text{m}$ 的规格栽植，即栽植密度 167 株/亩，打穴规格 $40\times 40\times 30\text{cm}$ ，每穴施放复合肥 2.5kg ，有机肥 2.0kg ，种植总面积 0.7413hm^2 。

(3) 养护措施

对闭坑后已复垦的综合服务区进行为期 3 年的复垦工程管理养护，主要工作为：植被巡视保护、给树木浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥，并做好林地防火工作，尤其气候干燥时要加强对园区的监管。

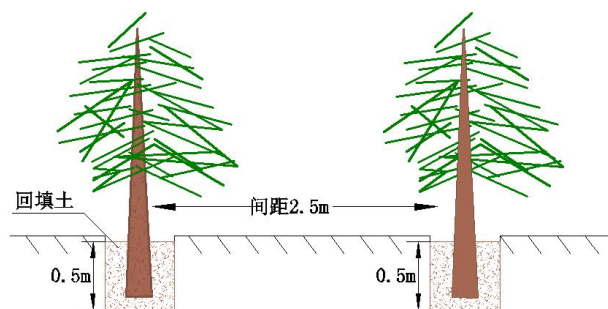
6、矿区道路工程技术措施

(1) 工程措施

矿山闭坑后矿区道路复垦为林地，矿区道路路面保留，并对路面进行平整及压实，平整及压实面积 0.4452hm^2 ，道路两侧种植乔木。

(2) 生物措施

在道路两旁增补植树（大叶相思）各一排，间距 2.5m （见下图 5-9）。



植被（乔木）种植施工图

图 5-9 道路复垦示意图

（三）主要工程量

1、生物措施总工程量

本复垦方案设计栽种乔木选用大叶相思树，果树选用香蕉，攀缘植物选用爬山虎、播种草籽选用毛草。本复垦方案设计栽种的乔木与果树宜提早备耕，适时种植。为确保成活率，复绿工作以春季为宜，3月份前完成整地挖穴，5月份前完成种植。本矿区土地复垦生物措施工程量统计表见下表 5-4、表 5-5、表 5-6、表 5-7、表 5-8。

表 5-4 土地复垦生物措施工程量统计表

分区	位置	草树种	苗木/播种方式		株距×行距 (m)	需种苗量 (株/hm ²) / 百米×2, kg/hm ²)	复垦面积 (hm ²) / 道路长度 (百米)	总需苗量 (株) 需 种量 (kg)
			年龄	种类				
露天 采场 台阶	边界	刺篱木		栽种	3 株/m		1579	4737
	坡面	爬山虎		栽种	0.8 米/株		1392	1113
	场地内	果树	2 年	实生苗	2.0×2.0	2505	1.6146	4045
工业 场地	场地内	果树	2 年	实生苗	2.0×2.0	2505	2.8999	7264
剥离层外 运转运场	场地内	果树	2 年	实生苗	2.0×2.0	2505	0.6365	1594
机汽修 车间	场地内	果树	2 年	实生苗	2.0×2.0	2505	0.1928	483
综合服务 区	场地内	果树	2 年	实生苗	2.0×2.0	2505	0.7413	1857
矿区 道路	道路 两侧	大叶相思	2 年	实生苗	2.5×2.5	80	6.48	518

表 5-5 植树发生的工程量汇总表

单项工程	项目	计量单位	单位	定额工程量	设计工程量	实际工程量
乔木	人工	100 株	工日	4.5	5.18	23
	复合肥		Kg	250		1295
	有机肥		Kg	200		1036
	水		m ³	4.5		23
果树	人工	100 株	工日	4.5	152.43	686
	复合肥		Kg	250		38107
	有机肥		Kg	200		30486
	水		m ³	5.5		838
攀爬植被	人工	100 株	工日	4.5	11.13	50
	复合肥		Kg	150		1669
	有机肥		Kg	100		1113
	水		m ³	2.5		27.8

表 5-6 浆砌工程工程量计算表

部 位	工程量名称	单位	总长度 (m)	单体砌筑断面 (m³)	工程量 (m³)
露天采场	台阶排水沟 排水沟浆砌块石	m³	1392	0.15	208.8
	台阶挡土墙 挡土墙浆砌块石	m³	1392	0.45	626.4

表 5-7 地面硬化地面清除工程量统计表

分区	项目名称	清除厚度 (m)	清除面积 (hm²)	工程量 (m³)
综合服务区	清除水泥硬底化	0.2	0.7413	1482.6
机汽修车间	清除水泥硬底化	0.2	0.1928	385.6
合计				1868.2

表 5-8 矿区回填量 (覆土) 计算表

分区	部位	项目名称	覆土厚度 (m)	覆土面积 (hm²)	工程量 (m³)
露天采场台阶	开采台阶	覆土	0.6	1.6146	9687.6
工业场地 (园地)	场地内	覆土	0.5	2.8999	14499.5
剥离层外运转运场	场地内	覆土	0.5	0.6365	3182.5
机汽修车间	场地内	覆土	0.5	0.1928	964
综合服务区	场地内	覆土	0.5	0.7413	3706.5
合计					32040.1

2、其他工程量

露天采场工程量统计见表 5-9:

表 5-9 露天采场土地复垦工程量表

露天采场 (正地形)				
序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	1.6146	hm²	
2	覆土	9687.6	m³	覆土厚度 0.6m
3	排水沟	208.8	m³	
4	挡土墙	626.4	m³	
5	果树 (香蕉)	40.45	100 株	
6	爬山虎	11.13	100 株	
7	复合肥	117.81	100kg	
8	有机肥	92.03	100kg	
9	工程养护	12.1892	hm²	
10	土壤质量监测	1	次数	
11	采样检测	1	组	
露天采场 (凹陷采坑)				
12	防护栏杆	7.89	100 根	
13	铁丝网	23.67	100m²	
14	警示牌	105	块	
15	刺篱木	47.37	100 株	种植总长度 1579m

工业场地工程量统计见表 5-10:

表 5-10 工业场地土地复垦工程量表

序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	2.8999	hm ²	
2	覆土	14499.5	m ³	覆土厚度 0.5m
3	清除建筑物	934	m ²	
4	果树（香蕉）	70.83	100 株	
5	复合肥	177.07	100kg	
6	有机肥	141.66	100kg	
7	工程养护	2.8999	hm ²	
8	土壤质量监测	1	次数	
9	采样检测	1	组	

剥离层外运转运场工程量统计见表 5-11:

表 5-11 剥离层外运转运场土地复垦工程量表

序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	0.6365	hm ²	
2	覆土	3182.5	m ³	覆土厚度 0.5m
3	果树（香蕉）	15.94	100 株	
4	复合肥	39.85	100kg	
5	有机肥	31.88	100kg	
6	工程养护	0.6365	hm ²	
7	土壤质量监测	1	次数	
8	采样检测	1	组	

机汽修车间工程量统计见表 5-12:

表 5-12 机汽修车间土地复垦工程量表

序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	0.1928	hm ²	
2	覆土	964	m ³	覆土厚度 0.5m
3	清除建筑物	416	m ²	
4	清除地表硬化	385.6	m ³	
5	果树（香蕉）	4.83	100 株	
6	复合肥	12.08	100kg	
7	有机肥	9.66	100kg	
8	工程养护	0.1928	hm ²	
9	机械外运（废渣）	3.86	100m ³	
10	土壤质量监测	1	次数	
11	采样检测	1	组	

综合服务区工程量统计见表 5-13:

表 5-13 综合服务区土地复垦工程量表

序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	0.7413	hm ²	
2	覆土	3706.5	m ³	覆土厚度 0.5m
3	清除地表硬化	1482.6	m ³	
4	清除建筑物	1219	m ²	
5	果树（香蕉）	18.57	100 株	
6	复合肥	46.42	100kg	
7	有机肥	37.14	100kg	
8	工程养护	0.7413	hm ²	
9	机械外运（废渣）	14.83	100m ³	
10	土壤质量监测	1	次数	
11	采样检测	1	组	

矿区道路工程量统计见表 5-14

表 5-14 矿区道路土地复垦工程量表

序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	0.4452	hm ²	
2	大叶相思	5.18	100 株	
3	复合肥	12.95	100kg	
4	有机肥	10.36	100kg	
5	工程养护	0.4452	hm ²	

四、含水层破坏修复

1、治理工程应能对矿山采矿导致的含水层破坏，包括地表水漏失、地下水资源枯竭等，进行有效地恢复治理。

2、矿山导致地表水体漏失或地下水位下降的地段，应采取防渗工程措施，其工程治理技术标准，符合相关规定。

3、项目开采建筑用玄武岩矿，不易对水体产生污染，未来采取措施对矿坑水进行治理，达标后可排放至当地溪流。

4、所设计的各项供水工程与周边环境相协调。

5、含水层破坏修复划入水土保持方案设计中，本方案不重复设计，主要是加强监测。

五、水土环境污染的修复

（一）目标任务

目标：根据“谁污染，谁治理”的原则，对水土环境破坏修复，修复其原有平衡，最大限度达到生态环境平衡。

任务：通过一定的技术措施恢复被污染的水土环境，根据土地复垦利用方向，尽可能恢复其原土地利用类型，防止污染进一步恶化。

该矿山开采矿种为建筑用玄武岩，矿石中无有害、有毒成分，矿山开采对水土污染较轻，经过土地复垦工程和环境治理工程进行有效治理后，基本能够恢复生态环境，维护矿山开采区域水土保持和生态环境，重点防治由暴雨冲刷采矿场所引起的水土流失问题。矿区表层第四系冲洪积层力学强度较低，矿坑开挖时受大气降雨的影响可能会产生梳状面流、崩塌、滑坡等不良地质作用，因此必须在采场外围处设置截排水沟，截流矿山外地表水，减少坡面径流的冲刷作用。每年雨季前，矿山应对采矿场的截排水系统进行全面检查、完善。采场内特别是高位置生产平台，不可堆积剥离土，防止泥石流危害。矿区下游沉砂池是截留矿区泥沙、预防对下游环境污染的重要水保设施工程，要经常清淤，保持适宜的过水断面，维持其沉沙效果。

本期目标任务是利用土地复绿措施、土地复垦工程措施来恢复治理地形地貌景观破坏及土地资源，露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路各区逐一进行水土环境污染修复措施。

（二）工程设计与技术措施

评估区水土环境污染根据前述评估结果，采矿活动产生的污染源、污染物及有毒有害物少，总体上矿山建设及开采活动对水土环境污染程度较轻，无需对其进行专门的治理修复措施。主要以预防为主，采取长期监测措施、根据监控的结果再决定具体的治理措施。其保护预防措施土地复垦章节已设计，具体见“本章第二节与第三节”。

（三）主要工程量

地形地貌景观及水土资源环境破坏的修复工程措施工程量汇总见下表 5-15

表 5-15 工程量汇总表

序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	6.6061	hm ²	
2	覆土	32040.1	m ³	
3	排水沟	208.8	m ³	
4	挡土墙	626.4	m ³	
5	大叶相思	5.18	100 株	
6	果树（香蕉）	152.43	100 株	
7	爬山虎	11.13	100 株	
8	刺篱木	47.37	100 株	
9	防护栏杆	7.89	100 根	
10	铁丝网	23.67	100m ²	
11	警示牌	105	块	
12	工程养护	17.1049	hm ²	
13	清除地表硬化	1868.2	m ³	
14	拆除构筑物	2569	m ²	
15	机械外运（废渣）	18.68	100m ³	
16	土壤质量检测	5	次	
17	采样检测	5	组	
18	复合肥	410.71	100kg	
19	有机肥	322.73	100kg	

六、矿山地质环境监测

（一）目标任务

监测工作由矿山企业负责并组织实施，并成立专职机构，加强对本方案实施的组织管理和行政管理，并接受当地自然资源局的监督管理。监测重点为地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏的监测，发现异常，及时采取措施，避免或减轻损失。采矿权人雷州市和达发展有限公司是本矿山地质环境监测主体责任人。监测的目标任务主要有：

（1）地质灾害监测

露天采场边坡稳定性监测、剥离层外运转运场泥石流与水土流失的监测。

（2）地下水水质变化监测

监测由矿山采矿活动引起矿区周围的地下含水层水质变化情况。

（3）地形地貌景观破坏监测

监测采矿活动引起的矿山地形地貌景观破坏。

（4）水土环境污染的监测

监测采矿活动对水土环境的影响。

（二）监测设计与技术措施

1、监测设计

（1）地质灾害监测点设计

露天采场边坡稳定性的监测点布设：沿露天采场+44m~+46m 平台每隔 200m 布置一个监测点，以绝对位移变形监测为主，监测频率 2 次/月。雨季时应增加人工监测巡视，发现险情及时预警并采取有效的治理措施。

剥离层外运转运场单层平台各布置一个监测点，以绝对位移变形监测为主，水土流失监测为辅，监测频率 2 次/月。

（2）地下水水质变化监测点设计

设置地下水监测孔，对矿山周边地下水进行定期水质监测，对比不同时期的地下水水质的变化情况，分析地下水水质变化的程度与趋势监测频率为 2 次/年，

设计在露天采场外南侧建立监测孔（具体位置见附图 6）。

（3）地形地貌景观破坏的监测

矿山地形地貌景观的破坏采用无人机巡查的方式。按照 3 月/次的频率，对比开采破坏范围。

（4）水土环境污染的监测

矿山水土环境污染的监测采用取样代表性土壤样品进行土壤检测的方式，检测其土壤有效水分、土壤容重、有机质含量和土壤内重金属含量等，按照 1 年/次的频率。

2、技术措施

主要采用全站仪监测位移法、水质分析法、土壤分析法、简易人工量测法、对比法。

（1）全站仪监测位移法

在露天采场边坡上设立变形监测点，用全站仪位移监测方法；通过对比分析边坡体的位移变化及边坡的稳定性。

在剥离层外运转运场单层平台上设立监测点，用全站仪位移监测方法；通过对比分析边坡体的位移变化及边坡的稳定性与边坡水土流失的问题。

（2）水质分析法

定期采取水样进行水质分析，对比不同时期的地下水水质的变化情况，分析地下水水质变化的程度与趋势。

（3）简易人工及仪器量测法、对比法

采用人工操作无人机定期检测，观测矿山地形地貌景观变化，观测边坡沉降、坍塌等现象，判定边坡所处的变形阶段及短中期变化的趋势。

（4）土壤分析法

采用取样代表性土壤样品送至实验室进行土壤检测的方式，检测其土壤有效水分、土壤容重、有机质含量和土壤内重金属含量等。

(三) 主要工程量

具体工作量如下表 5-16:

表 5-16 监测点布设一览表

监测对象	监测点布置	监测点数量	监测频率	监测时间	监测方法	检测对象与内容	检测范围	备注
露天采场边坡	沿露天采场+44m~+46m 平台每隔 200m 布置一个监测点	7 个	每月 2 次	2024~2030	全站仪、简易人工观测法	在露天采场边坡上设立变形监测点,用全站仪位移监测方法;通过对比分析边坡体的位移变化及边坡的稳定性。	露天采场各台阶	在雨季时节要加大监测频率,加大巡视力度
剥离层外运转运场	单层台阶边缘	1 个	每月 2 次	2024~2030	全站仪、简易人工观测法	在场地单层平台上设立监测点,用全站仪位移监测方法;通过对比分析边坡体的位移变化及边坡的稳定性与边坡水土流失的问题	剥离层外运转运场	
采场周边	设置 1 个监测点	1 个	2 次/年	2024~2030	水质分析法	定期采取水样进行水质分析,对比不同时期的地下水水质的变化情况,分析地下水水质变化的程度与趋势。	整个矿区	
地形地貌景观破坏	3 个月观测一次			2024~2030	监测法、对比法	矿山地形地貌景观的破坏采用无人机巡查的方式。按照 3 月/次的频率,对比开采破坏范围。	整个矿区	
水土环境污染	1 年送检一次			2024~2030	土壤分析法	采用取样代表性土壤样品送至实验室进行土壤检测的方式,检测其土壤有效水分、土壤容重、有机质含量和土壤内重金属含量等。	整个矿区	
总计	监测点共计 9 个							
监测责任人	雷州市和达发展有限公司							

七、矿山土地复垦监测和管护

（一）目标任务

（1）土地复垦监测

土地复垦监测是督促落实土地复垦责任的重要途径，是保障土地复垦能够按时、保质、保量完成的重要措施。

《土地复垦条例》第七条规定：“县级以上地方人民政府国土资源主管部门应当建立土地复垦监测制度，及时掌握本行政区域土地资源损毁和土地复垦效果等情况。”

矿山土地复垦监测目标任务针对矿山各复垦单元的实际情况，确定不同单元的监测内容以复垦效果监测为主，主要监测复垦后场地稳定性、植被的生长以及复垦配套设施运行的效果监测与评估并提出改进措施，监测时间以复垦养护期限为3年，监测点得设置数量视复垦单元的种类、数量、和面积确定。

（2）土地复垦管护

土地复垦管护目标主要任务为养护期限3年内对矿山植被管护，使管护期间3年后植树保存率90%以上，3年后郁闭度达35%以上。成活率不足时应及时补植，确保3年后郁闭度达到35%以上。后期管护包括对植被浇水、施肥、除虫、补植等。

（二）措施和内容

1、土地复垦监测设计

根据矿山实际情况在各单元（露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区）累计设置监测点7，其中露天采场设置监测点3个，其他单位元区域各设置1个，具体位置见附图5，监测内容主要有已复垦土地生产力水平、植被恢复情况等。土地复垦管理机构每月记录一次观测数据，植物生长期亦每月记录一次，为期3年。

2、养护措施

（1）露天采场的灌溉养护

矿山闭坑后对露天采场进行为期 3 年的复垦工程管理养护，主要工作为：给树木浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥及台阶排水沟、挡土墙等浆砌工程护理。

（2）矿山其他单元的灌溉养护

对闭坑后已复垦的工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路等地进行为期 3 年的复垦工程管理养护，主要工作为：给树木浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥，并做好林地防火工作，尤其气候干燥时要加强对林区的监管。

（三）主要工程量

具体工作量如下表 5-17、5-18：

表 5-17 监测点布设一览表

监测对象	监测点布置	监测点数量	监测频率	监测方法	备注
露天采场边坡	北部、南部、西部	3 个	12 次/年	全站仪、简易人工观测法	在雨季时节要加大监测频率，加大巡视力度
工业场地	场地中部	1 个			
剥离层外运转运场	场地中部	1 个			
机汽修车间	场地中部	1 个			
综合服务区	场地中部	1 个			
总 计	监测点共计 7 个				

表 5-18 养护工程量汇总表

项目	面积	单位	备注
露天采场边坡	12.1892	hm ²	
工业场地	2.8999	hm ²	
剥离层外运转运场	0.6365	hm ²	
机汽修车间	0.1928	hm ²	
综合服务区	0.7413	hm ²	
矿区道路	0.4452	hm ²	

第六章矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

一、总体工作部署

矿山地质环境治理与土地复垦工作的各项措施贯穿于采矿活动的全过程，是工程措施与生物措施密切结合的过程，同时配合预防与监测的过程。

按照“预防为主，防治结合”、“边开采边治理，分阶段逐步推进”等原则，制定矿山地质环境治理与土地复垦工作总体部署：

- (1) 工程措施、生物措施与监测措施相结合进行治理；
- (2) 对地质灾害主要采取工程措施、配合生物措施进行治理，用监测措施进行预防；
- (3) 对地形地貌景观破坏的恢复，采取生物措施、配合工程措施进行治理；
- (4) 对土地资源的破坏主要采取土地复垦的方法进行恢复；
- (5) 对矿区地下水水质变化、地下水位的下降情况，采取长期监测、监控措施进行预防、监控，根据监测、监控结果状况，再行选择合适的措施进行治理。

二、阶段实施计划

广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿地质环境影响评估范围约72.6106hm²，需治理与复垦的区域包括露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路。

根据方案的适用年限和矿山采剥计划进度，年度实施计划分为近期目标。

1、近期

修筑开采区及其周边区域截排水沟等；对每年完成开采的区域逐步地进行复垦和管护，主要工作是平整场地、覆土，修建平台排水沟，栽种植被、撒播草种等，并对已复垦植被进行浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥及台阶排水沟、挡土墙等浆砌工程护理；建立矿山地质环境监测点并进行监测。

随着矿山开采结束，矿山的生产活动改变了矿区原有的生态环境和地形地貌景观，矿山闭坑后，采取场地清理平整、覆土、植被重建等工程手段和生态技术对矿山地质环境进行治理和恢复。在治理工程结束后，还必须对矿山地质环境进

行监测，直到矿山的生态环境趋于稳定，同时对闭坑后已复垦的各区域进行复垦工程管理养护，主要工作给树木浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥及台阶排水沟、挡土墙等浆砌工程护理，并做好林地防火工作。

三、近期年度工作安排

根据广州德一地质勘察有限公司 2023 年 11 月编制的《广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿产资源开发利用方案（修编）》（以下简称《开发利用方案（修编）》），矿山计算生产年限约为 5 年，基建期 1.0 年，闭坑治理期 1.0 年，总服务年限为 7 年。由于《开发利用方案（修编）》设计闭坑治理期与本方案闭坑治理期相重叠，故本方案取矿山生产期与基建期作为总服务年限，即 6 年。

本方案设计闭坑治理期 1 年，土地复垦灌溉养护期 3 年，故确定本恢复方案适用年限为 10 年，根据《编制指南》所示，新建矿山的方案基准年以矿山正式投产之日算起。

1、近期（第2024~2034年）

修筑开采区及其周边区域截排水沟；对每年完成开采的区域逐步地进行复垦和管护，主要工作是平整场地、覆土，修建平台排水沟、挡土墙，栽种植被、撒播草种等，并对已复垦植被进行浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥及台阶排水沟、挡土墙等浆砌工程护理；建立矿山地质环境监测点并进行监测。近期阶段每年具体计划详细简绍如下：

（1）2024年：第一年矿山处于基建期，主要是维护好边坡的稳定，修筑开采区周边区域截排水沟；修筑剥离层外运转运场的抗滑拦挡坝及其外围截排水沟；修筑机汽修车间、工业场地、综合服务区等周边区域截排水沟；建立矿山监测系统并对露天采场边坡稳定性进行监测。

（2）2025年：主要对开采完毕的台阶进行复垦，主要措施为修筑平台排水沟、平台挡土墙，对裸露边坡平台回填土壤，经平整后植树绿化等，并维护好排水沟，保持水流畅通，同时对已复垦植被进行浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥及台阶排水沟、挡土墙等浆砌工程护理，并对露天采场边坡稳定性进行监测，对地下水水质开展定期监测。

(3) 2026年：维护好排水沟，保持水流畅通；对开采完毕的台阶及边坡进行治理，主要措施为修筑平台排水沟、平台挡土墙，对裸露边坡平台回填土壤，经平整后植树绿化等，同时对已复垦植被进行浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥及台阶排水沟、挡土墙等浆砌工程护理，并对露天采场边坡稳定性进行监测，对地下水水质开展定期监测。

(4) 2027年：维护好排水沟，保持水流畅通；对开采完毕的台阶及边坡进行治理，主要措施为修筑平台排水沟、平台挡土墙，对裸露边坡平台回填土壤，经平整后植树绿化等，同时对已复垦植被进行浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥及台阶排水沟、挡土墙等浆砌工程护理，并对露天采场边坡稳定性进行监测，对地下水水质开展定期监测。

(5) 2028年：维护好排水沟，保持水流畅通；对开采完毕的台阶及边坡进行治理，主要措施为修筑平台排水沟、平台挡土墙，对裸露边坡平台回填土壤，经平整后植树绿化等，同时对已复垦植被进行浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥及台阶排水沟、挡土墙等浆砌工程护理，并对露天采场边坡稳定性进行监测，对地下水水质开展定期监测。

(5) 2029年：维护好排水沟，保持水流畅通；对开采完毕的台阶及边坡进行治理，主要措施为修筑平台排水沟、平台挡土墙，对裸露边坡平台回填土壤，经平整后植树绿化等，同时对已复垦植被进行浇水、灭虫、给改良后土壤除草、施肥及台阶排水沟、挡土墙等浆砌工程护理，并对露天采场边坡稳定性进行监测，对地下水水质开展定期监测。

(4) 2030年：此年，矿山已完成所有开采工作，方案主要安排对凹陷采坑进行复垦。同时对工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区进行复垦。随着矿山开采结束，矿山的生产活动改变了矿区原有的生态环境和地形地貌景观，矿山闭坑后，采取场地清理平整、覆土、植被重建等工程手段和生态技术对矿山地质环境进行治理和恢复。

(5) 2031年~2034年：主要工作为对各复垦区域的管理养护。浇水、施肥、病虫害防治、树木及时扶正管理、养护、监测。

第七章 经费估算与进度安排

一、经费估算依据

矿山地质环境保护与恢复治理经费估算依据

1、编制依据

- (1) 《地质调查项目预算标准（2020 年试用）》；
- (2) 《土地开发整理项目预算定额标准》（2011 年）；
- (3) 《土地开发整理项目预算编制暂行办法》；
- (4) 《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》广东省水利厅（2017 年 7 月 1 日实施）；
- (5) 《工程勘察设计收费标准》国家发改委、建设部（2002 年）；
- (6) 《广东省建筑工程综合定额》（粤建价字 145 号）；
- (7) 广东省工程勘察设计行业协会关于发布《工程勘察设计收费导则（第二版）》的通知（粤勘设协字〔2021〕2 号）；
- (8) 《工程勘察设计收费导则》（第二版）（2021 年 4 月 1 日实施）；
- (9) 《广东省地质灾害治理工程设计取费指导价格》；
- (10) 本方案的工程布置、工作量、相关图件及说明；

2、基础单价

人工单价取定：甲类工：90.9 元/工日；乙类工：65.1 元/工日。

材料用量按照《土地开发整理项目预算定额标准》（2011 年）编制，材料价格参照《工程造价信息》计价计算，信息价中没有的材料价格参照市场价格计算。

施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元/台班）。台班定额和台班费定额依据《土地开发整理项目预算定额标准》（2011 年）编制。

3、估算水平年

2023 年第四季度的建设工程材料信息价作为估算依据。

4、费用构成

估算费用由工程施工费（含工程措施施工费和生化措施施工费）、监测费、其他费用（含前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费）和预备费五大部分组成。在计算中，以元为单位，取小数点后两位计，汇总后取整计到元。

（一）工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

1、直接费

直接费由直接工程费和措施费组成。

（1）直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=工程量×定额人工费单价；

材料费=工程量×定额材料费单价；

施工机械使用费=工程量×定额施工机械使用费单价；

（2）措施费

措施费是指为完成工程项目施工，发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用。该项目措施费主要包括：安全文明施工费、夜间施工增加费、冬雨季施工增加费、其他措施费，费率 6.50%。

2、间接费

间接费包括规费和企业管理费，间接费取费标准以直接工程费（或人工费）为基数，费率 5.00%。

3、利润

该项目利润率取 3.00%，计算基础为直接费和间接费之和。

4、税金

该项目税金费率标准为 9%，计算基础为直接费、间接费和利润之和。

（二）监测费

监测费计算依据恢复治理的性质治理所需的设备选定。

（三）其它费用

其它费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费等组成。

（1）前期工作费

前期工作费包括：土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费、项目招标费等在工程施工前所发生的各项支出。

(a)土地清查费按不超过工程施工费的 0.5%计算, 计算公式为: 土地清查费=工程施工费×费率;

(b)项目可行性研究费本项目不参与估算。

(c)项目勘测费按不超过工程施工费的 1.5%计算(项目地貌类型为丘陵/山区的可乘以 1.1 的调整系数)。计算公式: 项目勘测费=工程施工费×费率;

(d)项目设计与预算编制费本项目不参与估算。

(e)项目招标代理费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数, 采用差额定率累进法计算(见下表):

项目招标代理费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率(%)	算例(万元)	
			计费基数	项目招标代理费
1	≤1000	0.5	1000	$1000 \times 0.5\% = 5$
2	1000~3000	0.3	3000	$5 + (3000 - 1000) \times 0.3\% = 11$
3	3000~5000	0.2	5000	$11 + (5000 - 3000) \times 0.2\% = 15$
4	5000~10000	0.1	10000	$15 + (10000 - 5000) \times 0.1\% = 20$
5	10000~100000	0.05	100000	$20 + (100000 - 10000) \times 0.05\% = 65$
6	100000以上	0.01	150000	$65 + (150000 - 100000) \times 0.01\% = 70$

(2) 工程监理费

工程监理费指项目承担单位委托具有工程监理资质的单位, 按国家有关规定进行全程的监督与管理所发生的费用, 以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数, 采用分档定额计费方式计算, 各区间接按内插法确定(见下表):

工程监理费计费标准

序号	计费基数(万元)	工程监理费(万元)
1	≤500	12
2	1000	22
3	3000	56
4	5000	87
5	8000	130
6	10000	157
7	20000	283
8	40000	510
9	60000	714
10	80000	904
11	100000	1085

(3) 竣工验收收费

竣工验收收费=工程复核费+工程验收费+项目决算编制与审计费+整理后土地的重估与登记费+标识设定费。

(a)工程复核费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数,采用差额定率累进法计算(见下表);

工程复核费计费标准

序号	计费基数 (万元)	费率 (%)	算例(万元)	
			计费基数	工程复核费
1	≤500	0.70	500	$500 \times 0.7\% = 3.5$
2	500~1000	0.65	1000	$3.5 + (1000 - 500) \times 0.65\% = 6.75$
3	1000~3000	0.60	3000	$6.75 + (3000 - 1000) \times 0.55\% = 18.75$
4	3000~5000	0.55	5000	$18.75 + (5000 - 3000) \times 0.55\% = 29.75$
5	5000~10000	0.50	10000	$29.75 + (10000 - 5000) \times 0.50\% = 54.75$
6	10000~50000	0.45	50000	$54.75 + (50000 - 10000) \times 0.45\% = 234.75$
7	50000~100000	0.40	100000	$234.75 + (100000 - 50000) \times 0.40\% = 434.75$
8	100000以上	0.35	150000	$434.75 + (150000 - 100000) \times 0.35\% = 609.75$

(b)工程验收费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数,采用差额定率累进法计算(见下表);

工程验收费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率 (%)	算例(万元)	
			计费基数	工程验收费
1	≤500	1.4	500	$500 \times 1.4\% = 7$
2	500~1000	1.3	1000	$7 + (1000 - 500) \times 1.3\% = 13.5$
3	1000~3000	1.2	3000	$13.5 + (3000 - 1000) \times 1.2\% = 37.5$
4	3000~5000	1.1	5000	$37.5 + (5000 - 3000) \times 1.1\% = 59.5$
5	5000~10000	1.0	10000	$59.5 + (10000 - 5000) \times 1.0\% = 109.5$
6	10000~50000	0.9	50000	$109.5 + (50000 - 10000) \times 0.9\% = 469.5$
7	50000~100000	0.8	100000	$469.5 + (100000 - 50000) \times 0.8\% = 869.5$
8	100000以上	0.7	150000	$869.5 + (150000 - 100000) \times 0.7\% = 1219.5$

(c)项目决算编制与审计费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数,采用差额定率累进法计算(见下表);

项目决算编制与审计费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率 (%)	算例(万元)	
			计费基数	项目决算编制与审计费

1	≤500	1.0	500	$500 \times 1.0\% = 5$
2	500~1000	0.9	1000	$5 + (1000 - 500) \times 0.9\% = 9.5$
3	1000~3000	0.8	3000	$9.5 + (3000 - 1000) \times 0.8\% = 25.5$
4	3000~5000	0.7	5000	$25.5 + (5000 - 3000) \times 0.7\% = 39.5$
5	5000~10000	0.6	10000	$39.5 + (10000 - 5000) \times 0.6\% = 69.5$
6	10000~50000	0.5	50000	$69.5 + (50000 - 10000) \times 0.5\% = 269.5$
7	50000~100000	0.4	100000	$269.5 + (100000 - 50000) \times 0.4\% = 469.5$
8	100000以上	0.3	150000	$469.5 + (150000 - 100000) \times 0.3\% = 619.5$

(d)整理后土地重估与登记费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算(见下表)：

整理后土地重估与登记费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率(%)	算例(万元)	
			计费基数	整理后土地重估与登记费
1	≤500	0.65	500	$500 \times 0.65\% = 3.25$
2	500~1000	0.60	1000	$3.25 + (1000 - 500) \times 0.60\% = 7.68$
3	1000~3000	0.55	3000	$7.68 + (3000 - 1000) \times 0.55\% = 17.25$
4	3000~5000	0.50	5000	$17.25 + (5000 - 3000) \times 0.50\% = 27.25$
5	5000~10000	0.45	10000	$27.25 + (10000 - 5000) \times 0.45\% = 49.75$
6	10000~50000	0.40	50000	$49.75 + (50000 - 10000) \times 0.40\% = 209.75$
7	50000~100000	0.35	100000	$209.75 + (100000 - 50000) \times 0.35\% = 384.75$
8	100000以上	0.30	150000	$384.75 + (150000 - 100000) \times 0.30\% = 534.75$

(e)标识设定费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算(见下表)：

标识设定费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率(%)	算例(万元)	
			计费基数	标识设定费
1	≤500	0.11	500	$500 \times 0.11\% = 0.55$
2	500~1000	0.10	1000	$0.55 + (1000 - 500) \times 0.10\% = 1.05$
3	1000~3000	0.09	3000	$1.05 + (3000 - 1000) \times 0.09\% = 2.85$
4	3000~5000	0.08	5000	$2.85 + (5000 - 3000) \times 0.08\% = 4.45$
5	5000~10000	0.07	10000	$4.45 + (10000 - 5000) \times 0.07\% = 7.95$
6	10000~50000	0.06	50000	$7.95 + (50000 - 10000) \times 0.06\% = 31.95$
7	50000~100000	0.05	100000	$31.95 + (100000 - 50000) \times 0.05\% = 56.95$
8	100000以上	0.04	150000	$56.95 + (150000 - 100000) \times 0.04\% = 76.95$

(4) 业主管理费

业主管理费指项目承担单位为项目的组织、管理所发生的各项管理性支出。业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算(见下表)：

业主管理费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率(%)	算例(万元)	
			计费基数	业主管理费
1	≤500	2.8	500	$500 \times 2.8\% = 14$
2	500 ~ 1000	2.6	1000	$14 + (1000 - 500) \times 2.6\% = 27$
3	1000 ~ 3000	2.4	3000	$27 + (3000 - 1000) \times 2.4\% = 75$
4	3000 ~ 5000	2.2	5000	$75 + (5000 - 3000) \times 2.2\% = 119$
5	5000 ~ 10000	1.9	10000	$119 + (10000 - 5000) \times 1.9\% = 214$
6	10000 ~ 50000	1.6	50000	$214 + (50000 - 10000) \times 1.6\% = 854$
7	50000 ~ 100000	1.2	100000	$854 + (100000 - 50000) \times 1.2\% = 1454$
8	100000 以上	0.8	150000	$1454 + (150000 - 100000) \times 0.8\% = 1854$

(5) 不可预见费

考虑到土地复垦期间可能发生的风险因素，从而导致复垦费用增加的一项费用，按工程施工费、其他费用之和的 3.00% 计取。

(6) 价差预备费

考虑到经济发展及物价波动等因素，应根据静态投资进行价差预备费计算。

假设项目生产服务年限为 n 年，年度价格波动水平按国家规定的物价指数(r)计算，若每年的静态投资费为 a_1 、 a_2 、 a_3 a_n (万元)，则第 i 年的价差预备费 W_i ： $W_i = a_i[(1+r)^n - 1]$ 。雷州市物价指数为 3%。

矿山土地复垦经费估算依据

1、编制依据

- (1) 《土地开发整理项目预算定额标准》（财综【2011】128 号）；
- (2) 《土地开发整理项目施工机械台班费定额》，2011；
- (3) 《土地开发整理项目预算编制暂行规定》，2011；
- (4) 《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012-2000）
- (5) 广东省建筑与装饰工程综合定额（2010）；
- (6) 《工程建设监理收费标准》发改价格〔2007〕670 号。

2、费用构成与费用计算标准

土地复垦方案费用由工程施工费、其它费用、监测与管护费、预备费组成。

（一）工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润、税金组成。

1、直接费

直接费指工程施工过程中直接消耗在工程项目上的活劳动和物化劳动。由直接工程费、措施费组成。

（1）直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=工程量×定额人工费单价

材料费=工程量×定额材料费单价

施工机械使用费=工程量×定额施工机械使用费单价

人工费定额：结合项目区实际情况，确定项目区为四类工资区，经计算，进入工程单价的人工预算按甲类工 90.9 元/工日、乙类工 65.1 元/工日计取。

材料费定额：材料消耗量依据《土地开发整理项目预算定额标准》计取，材料价格依据当地价格信息查询系统市场信息价，材料价格中已包括了材料的运杂费。

施工机械使用费定额：依据《机械台班费预算定额》标准计取。

（2）措施费

措施费指为完成工程项目施工，发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用。主要包括：临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费和特殊地区施工增加费。

依据《土地复垦方案编制规程》，临时设施费取费标准以直接工程费（或人工费）为基数，费率见下表。

临时设施费费率表

编号	工程类别	计费基础	临时设施费率（%）
1	措施工程	直接工程费	1.00
2	其他工程	直接工程费	1.00

施工辅助费用取费标准以直接工程费为基数，其中安装工程费率取 1.0%，其他费率取 0.7%。

冬雨季施工增加费取费标准以直接工程费为基数，取 0.4%。

夜间施工增加费取费标准以直接工程费为基数，取 0.3%。

措施费费率见下表。

措施费费率表

编号	工程类别	计费基础	临时设施费率(%)	冬雨季施工增加费率(%)	夜间施工增加费率(%)	施工辅助费率(%)	费率合计(%)
1	措施工程	直接工程费	1.00	0.4	0.3	0.70	2.4
2	其他工程	直接工程费	1.00	0.4	0.3	0.70	2.4

2、间接费

间接费由规费、企业管理费组成。

(1) 规费

规费指政府和有关权力部门规定必须交纳的费用。包括工程排污费、工程定额测定费。

(2) 企业管理费

企业管理费指施工企业组织施工生产和经营活动所需费用。

依据《土地复垦方案编制规程》，根据工程类别不同，其取费基数和费率计取见下表。

间接费费率表

编号	工程类别	计费基础	间接费费率(%)
1	措施工程	直接费	5.00
2	其他工程	直接费	5.00

3、利润

利润是指施工企业完成所承包工程获得的盈利。

利润是指按规定应计入工程造价的利润。依据《土地复垦方案编制规程》规定，费率取 3.00%，计算基础为直接费和间接费之和。

利润 = (直接费 + 间接费) × 3.00%

4、税金

税金指国家税法规定的应计入工程造价内的营业税、城乡维护建设税和教育费附加等。

依据《土地复垦方案编制规程》规定，项目区位于县城以外，故费率取 9%，计算基础为直接费、间接费、利润之和。

税金=（直接费+间接费+利润）×9%

（二）其他费用

其他费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费和拆迁补偿费等。

（1）前期工作费

前期工作费包括：土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费、项目招标费等在工程施工前所发生的各项支出。

(a)土地清查费按不超过工程施工费的 0.5%计算，计算公式为：土地清查费=工程施工费×费率；

(b)项目可行性研究费本项目不参与估算。

(c)项目勘测费按不超过工程施工费的 1.5%计算(项目地貌类型为丘陵/山区的可乘以 1.1 的调整系数)。计算公式：项目勘测费=工程施工费×费率；

(d)项目设计与预算编制费本项目不参与估算。

(e)项目招标代理费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算(见下表)：

项目招标代理费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率(%)	算例(万元)	
			计费基数	项目招标代理费
1	≤1000	0.5	1000	1000×0.5%=5
2	1000~3000	0.3	3000	5+(3000-1000)×0.3%=11
3	3000~5000	0.2	5000	11+(5000-3000)×0.2%=15
4	5000~10000	0.1	10000	15+(10000-5000)×0.1%=20
5	10000~100000	0.05	100000	20+(100000-10000)×0.05%=65
6	100000以上	0.01	150000	65+(150000-100000)×0.01%=70

（2）工程监理费

工程监理费指项目承担单位委托具有工程监理资质的单位，按国家有关规定进行全程的监督与管理所发生的费用，以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定(见下表)：

工程监理费计费标准

序号	计费基数(万元)	工程监理费(万元)
1	≤500	12
2	1000	22

3	3000	56
4	5000	87
5	8000	130
6	10000	157
7	20000	283
8	40000	510
9	60000	714
10	80000	904
11	100000	1085

(3) 竣工验收费

竣工验收费=工程复核费+工程验收费+项目决算编制与审计费+整理后土地的重估与登记费+标识设定费。

(a)工程复核费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数,采用差额定率累进法计算(见下表):

工程复核费计费标准

序号	计费基数 (万元)	费率 (%)	算例(万元)	
			计费基数	工程复核费
1	≤500	0.70	500	$500 \times 0.7\% = 3.5$
2	500~1000	0.65	1000	$3.5 + (1000 - 500) \times 0.65\% = 6.75$
3	1000~3000	0.60	3000	$6.75 + (3000 - 1000) \times 0.55\% = 18.75$
4	3000~5000	0.55	5000	$18.75 + (5000 - 3000) \times 0.55\% = 29.75$
5	5000~10000	0.50	10000	$29.75 + (10000 - 5000) \times 0.50\% = 54.75$
6	10000~50000	0.45	50000	$54.75 + (50000 - 10000) \times 0.45\% = 234.75$
7	50000~100000	0.40	100000	$234.75 + (100000 - 50000) \times 0.40\% = 434.75$
8	100000以上	0.35	150000	$434.75 + (150000 - 100000) \times 0.35\% = 609.75$

(b)工程验收费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数,采用差额定率累进法计算(见下表):

工程验收费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率 (%)	算例(万元)	
			计费基数	工程验收费
1	≤500	1.4	500	$500 \times 1.4\% = 7$
2	500~1000	1.3	1000	$7 + (1000 - 500) \times 1.3\% = 13.5$
3	1000~3000	1.2	3000	$13.5 + (3000 - 1000) \times 1.2\% = 37.5$
4	3000~5000	1.1	5000	$37.5 + (5000 - 3000) \times 1.1\% = 59.5$
5	5000~10000	1.0	10000	$59.5 + (10000 - 5000) \times 1.0\% = 109.5$

6	10000~50000	0.9	50000	$109.5+(50000-10000)\times 0.9\%=469.5$
7	50000~100000	0.8	100000	$469.5+(100000-50000)\times 0.8\%=869.5$
8	100000以上	0.7	150000	$869.5+(150000-100000)\times 0.7\%=1219.5$

(c)项目决算编制与审计费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数,采用差额定率累进法计算(见下表):

项目决算编制与审计费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率(%)	算例(万元)	
			计费基数	项目决算编制与审计费
1	≤500	1.0	500	$500\times 1.0\%=5$
2	500~1000	0.9	1000	$5+(1000-500)\times 0.9\%=9.5$
3	1000~3000	0.8	3000	$9.5+(3000-1000)\times 0.8\%=25.5$
4	3000~5000	0.7	5000	$25.5+(5000-3000)\times 0.7\%=39.5$
5	5000~10000	0.6	10000	$39.5+(10000-5000)\times 0.6\%=69.5$
6	10000~50000	0.5	50000	$69.5+(50000-10000)\times 0.5\%=269.5$
7	50000~100000	0.4	100000	$269.5+(100000-50000)\times 0.4\%=469.5$
8	100000以上	0.3	150000	$469.5+(150000-100000)\times 0.3\%=619.5$

(d)整理后土地重估与登记费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数,采用差额定率累进法计算(见下表):

整理后土地重估与登记费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率(%)	算例(万元)	
			计费基数	整理后土地重估与登记费
1	≤500	0.65	500	$500\times 0.65\%=3.25$
2	500~1000	0.60	1000	$3.25+(1000-500)\times 0.60\%=7.68$
3	1000~3000	0.55	3000	$7.68+(3000-1000)\times 0.55\%=17.25$
4	3000~5000	0.50	5000	$17.25+(5000-3000)\times 0.50\%=27.25$
5	5000~10000	0.45	10000	$27.25+(10000-5000)\times 0.45\%=49.75$
6	10000~50000	0.40	50000	$49.75+(50000-10000)\times 0.40\%=209.75$
7	50000~100000	0.35	100000	$209.75+(100000-50000)\times 0.35\%=384.75$
8	100000以上	0.30	150000	$384.75+(150000-100000)\times 0.30\%=534.75$

(e)标识设定费以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数,采用差额定率累进法计算(见下表):

标识设定费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率(%)	算例(万元)	
			计费基数	标识设定费

1	≤500	0.11	500	$500 \times 0.11\% = 0.55$
2	500~1000	0.10	1000	$0.55 + (1000 - 500) \times 0.10\% = 1.05$
3	1000~3000	0.09	3000	$1.05 + (3000 - 1000) \times 0.09\% = 2.85$
4	3000~5000	0.08	5000	$2.85 + (5000 - 3000) \times 0.08\% = 4.45$
5	5000~10000	0.07	10000	$4.45 + (10000 - 5000) \times 0.07\% = 7.95$
6	10000~50000	0.06	50000	$7.95 + (50000 - 10000) \times 0.06\% = 31.95$
7	50000~100000	0.05	100000	$31.95 + (100000 - 50000) \times 0.05\% = 56.95$
8	100000以上	0.04	150000	$56.95 + (150000 - 100000) \times 0.04\% = 76.95$

(4) 业主管理费

业主管理费指项目承担单位为项目的组织、管理所发生的各项管理性支出。业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算(见下表)：

业主管理费计费标准

序号	计费基数(万元)	费率(%)	算例(万元)	
			计费基数	业主管理费
1	≤500	2.8	500	$500 \times 2.8\% = 14$
2	500~1000	2.6	1000	$14 + (1000 - 500) \times 2.6\% = 27$
3	1000~3000	2.4	3000	$27 + (3000 - 1000) \times 2.4\% = 75$
4	3000~5000	2.2	5000	$75 + (5000 - 3000) \times 2.2\% = 119$
5	5000~10000	1.9	10000	$119 + (10000 - 5000) \times 1.9\% = 214$
6	10000~50000	1.6	50000	$214 + (50000 - 10000) \times 1.6\% = 854$
7	50000~100000	1.2	100000	$854 + (100000 - 50000) \times 1.2\% = 1454$
8	100000以上	0.8	150000	$1454 + (150000 - 100000) \times 0.8\% = 1854$

(5) 拆迁补偿费

拆迁补偿费指土地复垦方案实施过程需拆迁的零星房屋、林木及青苗等所发生的适当补偿费用。本方案不涉及拆迁问题。

(三) 监测与管护费

① 监测费

监测费按工程施工费的 1%-1.5% 计算。计算公式：监测费=工程施工费×费率，本项目参照费率参照水土保持监测费取费标准取 1.5%。

② 管护费

管护费=项目经常费+技术支持培训费。

(a)项目经常费按工程施工费的 0.8%-1.6% 计算。计算公式：项目经常费=工程施工费×费率，本项目经常费费率取 1.0%；

(b)技术支持培训费按工程施工费的 0.4%-0.8%计算。计算公式：技术支持培训费=工程施工费×费率，本项目技术支持培训费费率取 0.8%。

（四）不可预见费

不可预见费按不超过工程施工费、设备购置费和其他费用之和的 3%。计算公式为：

不可预见费=（工程施工费+设备购置费+其他费用）×费率。

6、价差预备费

考虑到经济发展及物价波动等因素，应根据静态投资进行价差预备费计算。

假设项目生产服务年限为n年,年度价格波动水平按国家规定的物价指数(r)计算，若每年的静态投资费为a1、a2、a3.....an（万元），则第i年的价差预备费 Wi: $W_i = a_i[(1+r)^n - 1]$ 。雷州市物价指数为 3%。

二、矿山地质环境治理工程经费估算

（一）总工程量与投资估算

1、总工程量

广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与恢复治理总工程量见表 7-4。

表 7-4 矿山地质环境恢复治理工程量汇总表

防治措施	项目名称	单位	露天采场	其他场地	合计
工程措施	浆砌截排水沟	m ³	459.7	351.7	811.4
	开挖土方	m ³	893.9	683.9	1577.8
	覆土壤	m ³	9687.6	22352.5	32040.1
	平整场地	hm ²	1.6146	4.9157	6.6061
	挂网	m ²	1890	0	1890
	拦挡坝	m ³	0	539	539
监测措施	全站仪观测点布	个	7	1	8
	监测次数	次	3072		
	水质监测分析点	个	1	0	1
	分析次数	次	32		
	水土监测	个	1	0	1
	分析次数	次	16		

注：生物措施安排在矿山土地复垦工程估算中计算

2、投资估算

根据广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与恢复治理总工程量,并按照矿山地质环境保护与恢复治理投资估算汇总表所示,本项目矿山地质环境防治工程静态总投资为 189.03 万元,动态总投资 210.84 万元,差价预备费 21.81 万元,详见表 7-5 至表 7-13。

(二) 单项工程量与投资估算

表 7-6 估算总表

项目名称: 雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿

金额单位:万元

序号	工程或费用名称	估算金额	各项费用占总费用的比例(%)
	(1)	(2)	(3)
一	工程施工费	165.33	78.41
二	其他费用	18.20	8.63
三	不可预见费	5.50	2.61
四	静态总投资	189.03	89.66
五	价差预备费	21.81	10.34
六	动态总投资	210.84	100.00

表 7-7 工程估算表

项目名称: 雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿

序号	工程名称	单位	数量	单价/元	合计/元
一	主体工程				
D010054	人工挖一般土方 土类级别I~II	100m ³	15.77	708.15	11167.53
D030037 换	浆砌块石 拦挡坝	100m ³	5.39	39031.88	210381.83
D030012 换	浆砌截排水沟 岩石地基 块石 渠底宽度≤1m	100m ³ 砌体方	8.11	44143.60	358004.60
D010989	土方回填 松填不夯实	100m ³ 实方	320.40	1354.06	433840.82
D010399	平整场地	100m ²	660.61	272.30	179884.10
D080002	柔性主动防护网 网型 钢丝绳网+钢丝格栅!接缝水泥砂浆 M30 水泥 42.5	100m ²	18.90	2031.61	38397.43
	全站仪监测点	个	8	126.58	1012.64
	监测频率	次	3072	126.58	388853.76
	水质监测点	个	1	150.00	150.00
	监测频率	次	32	240.00	7680.00
	水土取样检测	次	16	1500	24000.00
	合计				1653372.71

表 7-8 其他费用估算表

项目名称: 雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿

序号	费用名称	说明及计算公式	金额/元	备注
一	其他费用		182036.34	
①	前期工作费			
(1)	土地清查费	1653372.71*0.5%	8266.86	
(2)	项目勘测费	1653372.71*1.5%	24800.59	
(3)	项目招标费	1653372.71*0.5%	8266.86	
②	工程监理费	1653372.71*2.5%	41334.32	
③	竣工验收费			
(1)	工程复核费	1653372.71*0.7%	11573.61	
(2)	工程验收费	1653372.71*1.4%	23147.22	
(3)	项目决算编制与审计费	1653372.71*1.0%	16533.73	
(4)	标识设定费	1653372.71*0.11%	1818.71	
④	业主管理费	(工程施工费+①+②+③) *2.8%	46294.44	

表 7-9 不可预见费估算表

项目名称: 雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿

金额单位:万元

序号	费用名称	工程施工费	设备费	其他费用	小计	费率(%)	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	不可预见费	165.33	0.00	18.20	183.53	3.00	5.50
总 计		-	-	-	183.53	-	5.50

表 7-9-1 静态总投资估算表

项目名称: 雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿

序号	工程或费用名称	估算金额
	(1)	(2)
一	工程施工费	165.33
二	其他费用	18.20
三	不可预见费	5.50
四	静态总投资	189.03

表 7-10 工程单价汇总表

项目名称: 雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿

单位:元

序号	工程名称	单位	单价	其中							
				人工费	材料费	机械费	措施费	间接费	利润	材料价差	税金
1	人工挖一般土方 土类级别I~II	100m3	708.15	537.20	26.86		36.66	30.04	18.92		58.47
2	平整场地	100m3	272.30	52.32	19.72	144.87	14.09	11.55	7.27		22.48
3	柔性主动防护网 网型 钢丝绳网+钢丝格栅!接缝水泥砂浆 M30 水泥 42.5	100m2	2031.61	928.93	424.65	11.91	88.75	72.71	45.80	291.12	167.74
4	土方回填 松填不夯实	100m3 实方	1354.06	1027.18	51.36		70.11	57.43	36.18		111.80
5	浆砌沟渠 岩石地基 块石 渠底宽度≤1m	100m3 砌体方	44143.60	14283.54	6666.00		1361.72	1115.56	702.80	16369.10	3644.88
6	浆砌块石 拦挡坝	100m3	39031.88	10380.26	6512.40	243.68	1113.86	912.51	574.88	16071.48	3222.81

表 7-11 工程单价表

定额名称	人工挖一般土方 土类级别I～II				
定额编号	D010054		定额单位	100m3	
工作内容	挖松、就近堆放。				
编号	名称	单位	数量	单价/元	合价/元
一	直接费				600.72
(一)	直接工程费				564.06
1	人工费				537.20
	人工	工时	42.10	12.76	537.20
2	材料费				26.86
	零星材料费		5.00%	537.20	26.86
3	机械使用费				
(二)	措施费		564.06	6.50%	36.66
1	安全文明施工费		564.06	3.50%	19.74
2	夜间施工增加费		564.06	1.00%	5.64
3	冬雨季施工增加费		564.06	0.50%	2.82
4	其他措施费		564.06	1.50%	8.46
二	间接费		600.72	5.00%	30.04
三	利润		630.76	3.00%	18.92
四	材料价差				
五	税金		649.68	9.00%	58.47
六	合计				708.15
	单价				708.15

定额名称	平整场地				
定额编号	D010399		定额单位	100m3	
工作内容	推松、运送、卸除、拖平、空回。				
编号	名称	单位	数量	单价/元	合价/元
一	直接费				231.00
(一)	直接工程费				216.91
1	人工费				52.32
	人工	工时	4.10	12.76	52.32
2	材料费				19.72
	零星材料费		10.00%	197.19	19.72
3	机械使用费				144.87
	推土机 功率 55kW	台时	3.01	48.13	144.87
(二)	措施费		216.91	6.50%	14.09
1	安全文明施工费		216.91	3.50%	7.59

2	夜间施工增加费		216.91	1.00%	2.17
3	冬雨季施工增加费		216.91	0.50%	1.08
4	其他措施费		216.91	1.50%	3.25
二	间接费		231.00	5.00%	11.55
三	利润		242.55	3.00%	7.27
四	材料价差				
五	税金		249.82	9.00%	22.48
六	合计				272.30
	单价				272.30

定额名称	柔性主动防护网 网型 钢丝绳网+钢丝格栅!接缝水泥砂浆 M30 水泥 42.5				
定额编号	D080002		定额单位	100m2	
工作内容	场内运输、铺设、搭接、3m 以内锚杆施工等。				
编号	名称	单位	数量	单价/元	合价/元
一	直接费				1454.24
(一)	直接工程费				1365.49
1	人工费				928.93
	人工	工时	72.80	12.76	928.93
2	材料费				424.65
	柔性主动防护网（钢丝绳网+钢丝格栅）	m2	113.82		
	钢筋	kg	112.20	2.56	287.23
	合金钻头	个	0.79	150.00	118.50
	接缝水泥砂浆 M30 水泥 42.5	m3	0.03	218.18	6.55
	其他材料费		3.00%	412.28	12.37
3	机械使用费				11.91
	风钻 气腿式	台时	3.96	2.81	11.13
	其他机械费		7.00%	11.13	0.78
(二)	措施费		1365.49	6.50%	88.75
1	安全文明施工费		1365.49	3.50%	47.79
2	夜间施工增加费		1365.49	1.00%	13.65
3	冬雨季施工增加费		1365.49	0.50%	6.83
4	其他措施费		1365.49	1.50%	20.48
二	间接费		1454.24	5.00%	72.71
三	利润		1526.95	3.00%	45.80
四	材料价差				291.12
	钢筋	kg	112.20	2.48	278.26
	水泥 42.5	kg	18.75	0.405	7.59
	砂	m3	0.0294	178.67	5.25

五	税金		1863.87	9.00%	167.74
六	合计				2031.61
	单价				2031.61

定额名称	土方回填 松填不夯实				
定额编号	D010989		定额单位	100m3 实方	
工作内容	包括 5m 以内取土（石渣）回填。				
编号	名称	单位	数量	单价/元	合价/元
一	直接费				1148.65
(一)	直接工程费				1078.54
1	人工费				1027.18
	人工	工时	80.50	12.76	1027.18
2	材料费				51.36
	零星材料费		5.00%	1027.18	51.36
3	机械使用费				
(二)	措施费		1078.54	6.50%	70.11
1	安全文明施工费		1078.54	3.50%	37.75
2	夜间施工增加费		1078.54	1.00%	10.79
3	冬雨季施工增加费		1078.54	0.50%	5.39
4	其他措施费		1078.54	1.50%	16.18
二	间接费		1148.65	5.00%	57.43
三	利润		1206.08	3.00%	36.18
四	材料价差				
五	税金		1242.26	9.00%	111.80
六	合计				1354.06
	单价				1354.06

定额名称	浆砌沟渠 岩石地基 块石 渠底宽度≤1m				
定额编号	D030012 换		定额单位	100m3 砌体方	
工作内容	非岩石地基。				
编号	名称	单位	数量	单价/元	合价/元
一	直接费				22311.26
(一)	直接工程费				20949.54
1	人工费				14283.54
	人工	工时	1119.40	12.76	14283.54
2	材料费				6666.00
	块石	m3	110.00	60.00	6600.00
	水泥砂浆	m3	37.20		

	其他材料费		1.00%	6600.00	66.00
3	机械使用费				
(二)	措施费		20949.54	6.50%	1361.72
1	安全文明施工费		20949.54	3.50%	733.23
2	夜间施工增加费		20949.54	1.00%	209.50
3	冬雨季施工增加费		20949.54	0.50%	104.75
4	其他措施费		20949.54	1.50%	314.24
二	间接费		22311.26	5.00%	1115.56
三	利润		23426.82	3.00%	702.80
四	材料价差				16369.10
	块石	m3	110.00	148.81	16369.10
五	税金		40498.72	9.00%	3644.88
六	合计				44143.60
	单价				44143.60

定额名称	浆砌块石 拦挡坝				
定额编号	D030037 换		定额单位	100m3	
工作内容	修石、冲洗、拌浆、砌石、勾缝。				
编号	名称	单位	数量	单价/元	合价/元
一	直接费				18250.20
(一)	直接工程费				17136.34
1	人工费				10380.26
	人工	工时	813.50	12.76	10380.26
2	材料费				6512.40
	块石	m3	108.00	60.00	6480.00
	水泥砂浆	m3	34.58		
	其他材料费		0.50%	6480.00	32.40
3	机械使用费				243.68
	胶轮车	台时	157.63	0.77	121.38
	灰浆搅拌机	台时	6.24	19.60	122.30
(二)	措施费		17136.34	6.50%	1113.86
1	安全文明施工费		17136.34	3.50%	599.77
2	夜间施工增加费		17136.34	1.00%	171.36
3	冬雨季施工增加费		17136.34	0.50%	85.68
4	其他措施费		17136.34	1.50%	257.05
二	间接费		18250.20	5.00%	912.51
三	利润		19162.71	3.00%	574.88
四	材料价差				16071.48

	块石	m3	108.00	148.81	16071.48
五	税金		35809.07	9.00%	3222.81
六	合计				38728.88
	单价				39031.88

表 7-12 材料估算单价表

项目名称: 雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿

序号	名称及规格	单位	原价 /元	运杂费				原价运 费合计 /元	场外运输损耗		采购及保管费		包装品 回收价值 /元	预算单价 /元
				单位毛重 /t	运输方式	运距/km	单位运费 /元		损耗率 /%	金额 /元	费率 /%	金额 /元		
1	水泥 32.5	t	544.25	1.00	汽车运输	15.00	6.3333	639.25	1.00	6.39	2.50	16.14		661.78
2	水泥 42.5	t	561.95	1.00	汽车运输	15.00	5.3333	641.95			2.50	16.05		658.00
3	水泥 52.5	t	548.67	1.00	汽车运输	15.00	5.3333	628.67			2.50	15.72		644.39
4	钢筋	t	4835.39	1.00	汽车运输	15.00	5.3333	4915.39			2.50	122.88		5038.27
5	钢材	t	5033.69	1.00	汽车运输	15.00	5.3333	5113.69			2.50	127.84		5241.53
6	汽油	kg	9.83	1.00	汽车运输			9.83			2.50	0.25		10.08
7	柴油	kg	9.18	1.00	汽车运输			9.18			2.50	0.23		9.41
8	砂	m3	182.85	1.00	汽车运输	15.00	3.3333	232.85			2.50	5.82		238.67
9	卵石	m3	120.75	1.00	汽车运输	15.00	3.3333	170.75			2.50	4.27		175.02
10	块石	m3	153.72	1.00	汽车运输	15.00	3.3333	203.72			2.50	5.09		208.81
11	碎石	m3	148.87	1.00	汽车运输	15.00	3.3333	198.87			2.50	4.97		203.84

表 7-13 广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿恢复治理项目动态投资估算表 单位：万元

年度	静态投资	价差准备率 $W_i=a_i[(1+r)^n-1]$	价差预备费	动态投资	动态投资小计
1	35.50	0	0.00	35.50	128.37
2	15.70	1.0300	0.47	16.17	
3	16.35	1.0609	1.00	17.35	
4	16.98	1.0927	1.57	18.55	
5	17.87	1.1255	2.24	20.11	
6	17.85	1.1592	2.84	20.69	
7	58.94	1.1939	11.43	70.37	70.37
8~10	9.84	1.2297	2.26	12.10	12.10
合计	189.03		21.81	210.84	210.84

三、土地复垦工程经费估算

(一) 总工程量与投资估算

1、总工程量

广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿土地复垦总工程量见表 7-14、表 7-15。

表 7-14 矿山土地复垦工程量汇总表

序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	6.6061	hm ²	
2	覆土	32040.1	m ³	
3	排水沟	208.8	m ³	
4	挡土墙	626.4	m ³	
5	大叶相思	5.18	100 株	
6	果树（香蕉）	152.43	100 株	
7	爬山虎	11.13	100 株	
8	刺篱木	47.37	100 株	
9	防护栏杆	7.89	100 根	
10	铁丝网	23.67	100m ²	
11	警示牌	105	块	
12	工程养护	17.1049	hm ²	
13	清除地表硬化	1868.2	m ³	
14	拆除构建物	2569	m ²	
15	机械外运（废渣）	18.68	100m ³	
16	土壤质量检测	5	次	
17	采样检测	5	组	
18	复合肥	410.71	100kg	
19	有机肥	322.73	100kg	

注：土地平整及覆土措施矿山地质环境恢复治理工程中已计算，本章节不重复计算

表 7-15 矿山各区土地复垦工程量汇总表

露天采场				
序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	1.6146	hm ²	
2	覆土	9687.6	m ³	覆土厚度 0.6m
3	排水沟	208.8	m ³	
4	挡土墙	626.4	m ³	
5	果树（香蕉）	40.45	100 株	
6	爬山虎	11.13	100 株	

7	复合肥	117.81	100kg	
8	有机肥	92.03	100kg	
9	工程养护	12.1892	hm²	
10	土壤质量监测	1	次数	
11	采样检测	1	组	
12	防护栏杆	7.89	100 根	
13	铁丝网	23.67	100m²	
14	警示牌	105	块	
15	刺篱木	47.37	100 株	种植总长度 1579m
工业场地				
序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	2.8999	hm²	
2	覆土	14499.5	m³	覆土厚度 0.5m
3	清除建筑物	934	m²	
4	果树（香蕉）	70.83	100 株	
5	复合肥	177.07	100kg	
6	有机肥	141.66	100kg	
7	工程养护	2.8999	hm²	
8	土壤质量监测	1	次数	
9	采样检测	1	组	
剥离层外运转运场				
序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	0.6365	hm²	
2	覆土	3182.5	m³	覆土厚度 0.5m
3	果树（香蕉）	15.94	100 株	
4	复合肥	39.85	100kg	
5	有机肥	31.88	100kg	
6	工程养护	0.6365	hm²	
7	土壤质量监测	1	次数	
8	采样检测	1	组	
机汽车维修间				
序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	0.1928	hm²	
2	覆土	964	m³	覆土厚度 0.5m
3	清除建筑物	416	m²	
4	清除地表硬化	385.6	m³	
5	果树（香蕉）	4.83	100 株	
6	复合肥	12.08	100kg	
7	有机肥	9.66	100kg	
8	工程养护	0.1928	hm²	
9	机械外运（废渣）	3.86	100m³	
10	土壤质量监测	1	次数	
11	采样检测	1	组	
综合服务区				
序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	0.7413	hm²	
2	覆土	3706.5	m³	覆土厚度 0.5m
3	清除地表硬化	1482.6	m³	
4	清除建筑物	1219	m²	

5	果树（香蕉）	18.57	100 株	
6	复合肥	46.42	100kg	
7	有机肥	37.14	100kg	
8	工程养护	0.7413	hm ²	
9	机械外运（废渣）	14.83	100m ³	
10	土壤质量监测	1	次数	
11	采样检测	1	组	
矿区道路				
序号	项目	数量	单位	备注
1	土地平整	0.4452	hm ²	
2	大叶相思	5.18	100 株	
3	复合肥	12.95	100kg	
4	有机肥	10.36	100kg	
5	工程养护	0.4452	hm ²	

2、投资估算

广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿土地复垦方案静态总投资为 183.56 万元，动态总投资为 207.56 万元，详见表 7-16 至表 7-22。

（二）单项工程量与投资估算

表 7-16 估算总表

项目名称: 雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿

金额单位:万元

序号	工程或费用名称	估算金额	各项费用占总费用的比例(%)
	(1)	(2)	(3)
一	工程施工费	155.97	75.14
二	设备购置费	0	0.00
三	其他费用	22.25	10.72
四	不可预见费	5.34	2.57
五	静态总投资	183.56	88.44
六	价差预备费	24.00	11.56
七	动态总投资	207.56	100.00

表 7-17 工程施工费汇总表

项目名称: 雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿

金额单位:万元

序号	单项名称	估算金额	各项费用占工程施工费的比例(%)
	(1)	(2)	(3)
1	土地平整工程	47.60	30.52
2	灌溉与排水工程	31.89	20.45
3	植被工程	43.71	28.02
4	防护工程	31.55	20.23
5	其他工程	1.22	0.78
总计	—	155.97	100.00

表 7-18 工程施工费估算表

项目名称: 雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿

金额单位:元

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
一		土地平整工程				476050.84
	30069	拆除地表硬化	100m ³	18.68	8572.45	160133.37
	30073	砌体拆除 (建筑物)	100m ³	25.69	9180.14	235837.80
	20293 换	1m ³ 挖掘机装自卸汽车运石渣	100m ³	18.68	4286.92	80079.67
二		灌溉与排水工程				318870.02
	D030012 换	浆砌排水沟 岩石地基 块石 渠底宽度≤1m	100m ³	2.08	43773.18	91048.21
	D030036 换	浆砌块石 挡土墙	100m ³	6.26	36393.26	227821.81
三		植被工程				437085.34
	D070003	栽种乔木 带土球 土球直径(cm) 30~40	100 株	5.18	1494.12	7739.54
	90020 换	栽植刺篱木(冠丛高在 200cm 以内)~III类土	100 株	47.37	746.56	35364.55
	D070010	栽种果树	100 株	152.43	1282.48	195488.43
	E1-2-94	栽植藤本植物	100 株	11.13	589.14	6557.13
	E1-2-99	复合肥	100kg	410.71	256.79	105466.22
	补 1	有机肥	100kg	324.89	266.15	86469.47
四		防护工程				315507.58
	Y08180	铸铁管件 (防护围栏)	10 个	78.9	235.88	18610.93
	50024	铸铁管件安装 (防护围栏)	10 个	78.9	49.71	3922.12
	D7-2-31	铁丝网	100m ²	23.67	12076.83	285858.57
	50060	警示牌	10 块	10.5	677.71	7115.96
五		其他工程				12248.05
	D1-10-29 换	土壤检测	次	5	1837.21	9186.05
	D1-10-31 换	采样检测	组	5	612.40	3062.00
总计		—				1559761.83

表 7-19 工程施工费单价汇总表

项目名称: 雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿

金额单位:元

序号	定额编号	单项名称	单位	直接费						间接费	利润	材料 价差	未计 价 材料 费	税金	综合 单价
				人工费	材料费	机 械 使用费	直 接 工程费	措施费	合计						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
一		土地平整工程													
	30069	拆除地表硬化	100m3	6999.00			6999.00	272.96	7271.97	363.60	229.07			707.82	8572.45
	30073	砌体拆除（建筑物）	100m3	7495.16			7495.16	292.31	7787.47	389.37	245.31			757.99	9180.14
	20293 换	1m3 挖掘机装自卸汽车运 石渣 运距 9~10km~自卸 汽车 10T	100m3	102.20		3364.85	3467.05	135.22	3602.27	216.14	114.55			353.97	4286.92
二		灌溉与排水工程													
	D030012 换	浆砌排水沟 岩石地基 块 石 渠底宽度≤1m	100m3	14283.54	6666.00		20949.54	1047.48	21997.02	1099.85	692.91	16369.10		3614.30	43773.18
	D030036 换	浆砌块石 挡土墙	100m3	8495.61	6512.40	241.40	15249.41	762.47	16011.88	800.59	504.37	16071.48		3004.94	36393.26
三		植被工程													
	D070004	栽种乔木 带土球 土球直 径(cm) 30~40	100 株	1207.10			1207.10	60.36	1267.46	63.37	39.92			123.37	1494.12

	90020 换	栽植刺篱木(冠丛高在200cm 以内)~III类土	100 株	97.49	512.04		609.53	23.77	633.30	31.67	19.95			61.64	746.56
	D070031	直播种草 撒播	hm2	879.16			879.16	43.96	923.12	46.16	29.08			89.85	1088.21
	E1-2-94	栽植藤本植物	100 株	392.76	63.19	25.06	481.01	18.76	499.76	24.99	15.74			48.64	589.14
四		防护工程													
	Y08180	铸铁管件（防护围栏）	10 个			192.59	192.59	7.51	200.10	10.00	6.30			19.48	235.88
	50024	铸铁管件安装（防护围栏）	10 个	26.00			26.00	1.38	27.38	16.90	1.33			4.10	49.71
	D7-2-31	铁丝网	100m2	4204.06	5656.11		9860.17	384.55	10244.71	512.24	322.71			997.17	12076.83
	50060	警示牌	10 块	118.76		381.19	499.95	26.50	526.45	77.19	18.11			55.96	677.71
五		其他工程													
	D1-10-29 换	土壤检测	次	1500.00			1500.00	58.50	1558.50	77.93	49.09			151.70	1837.21
	D1-10-31 换	采样检测	组	500.00			500.00	19.50	519.50	25.98	16.36			50.57	612.40

表 7-20 其他费用估算表

项目名称: 雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿

金额单位:万元

序号	费用名称	计算式(元)	估算金额	各项费用占其他费用的比例(%)
	(1)	(2)	(3)	(4)
①	前期工作费		3.89	17.48
(1)	土地清查费	1559761.83*0.5%	0.78	3.50
(2)	项目勘测费	1559761.83*1.5%	2.33	10.49
(3)	项目招标费	1559761.83*0.5%	0.78	3.50
②	工程监理费	1559761.83*2.5%	3.89	17.48
③	竣工验收费		4.99	22.40
(1)	工程复核费	1559761.83*0.7%	1.09	4.87
(2)	工程验收费	1559761.83*1.4%	2.18	9.80
(3)	项目决算编制与审计费	1559761.83*1.0%	1.55	6.99
(4)	标识设定费	1559761.83*0.11%	0.17	0.74
④	业主管理费	(工程施工费+①+②+③)*2.8%	4.36	19.60
⑤	监测与管护费		5.12	23.04
(1)	监测费	1559761.83*1.5%	2.33	10.49
(2)	管护费-项目经常费	1559761.83*1.0%	1.55	6.99
(3)	管护费-技术支持培训费	1559761.83*0.8%	1.24	5.56
	总计		22.25	100.00

表 7-21 不可预见费估算表

项目名称: 雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿

金额单位:万元

序号	费用名称	工程施工费	设备费	其他费用	小计	费率(%)	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	不可预见费	155.97	0.00	22.25	178.22	3.00	5.34
总 计		-	-	-	178.22	-	5.34

表 7-21-1 静态总投资估算表

项目名称: 雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿

序号	工程或费用名称	估算金额
	(1)	(2)
一	工程施工费	155.97
二	其他费用	22.25
三	不可预见费	5.34
四	静态总投资	183.56

表 7-22 土地复垦动态投资估算表

单位：万元

年度	静态投资	价差准备率 $W_i=a_i[(1+r)^n-1]$	价差预备费	动态投资	动态投资小计
1	13.10	0	0	13.10	115.40
2	18.00	1.0300	0.54	18.54	
3	18.10	1.0609	1.10	19.20	
4	18.22	1.0927	1.69	19.91	
5	19.43	1.1255	2.44	21.87	
6	19.65	1.1592	3.13	22.78	
7	72.38	1.1939	14.03	86.41	86.41
8~10	4.68	1.2297	1.07	5.75	5.75
合计	183.56		24.00	207.56	207.56

四、总费用汇总与年度安排

（一）总费用构成与汇总

广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿山地质环境治理与土地复垦总费用构成与汇总见下表 7-23。

表 7-23 总费用汇总表

序号	工程或费用名称	估算金额(万元)	比例 (%)
一	矿山地质环境治理	210.84	50.39
二	矿山土地复垦	207.56	49.61
总计		418.40	100.00

广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案估算动态总投资为 418.40 万元，其中矿山地质环境治理动态总投资 210.84 万元，土地复垦动态总投资 207.56 万元。

（二）近期年度经费安排

广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿山地质环境治理与土地复垦年度实施计划及年度经费安排见表 7-24、7-25、7-26。

表 7-24 矿山地质环境治理与土地复垦年度实施计划表

时间进度		恢复治理及土地复垦措施																									
		工程措施																生物措施				监测措施					
		境外截排水沟	防护围栏	台阶排水沟	台阶挡土墙	警示牌	拦挡坝	土壤改良	拆除建筑物	清除地表硬化	机械外运废渣	开挖土方	土壤质量检测	取样	覆土壤	平整场地	挂网	种植乔木果树	攀爬植被	撒播草种	刺篱木	灌溉养护	全站仪观测点布设	全站仪观测点观测	水质监测点布设	水质分析	复垦监测点
基建期	第 1 年	●				●					●			●	●							●	●	●	●	●	
开采期	第 2 年	●		●	●						●			●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	
	第 3 年			●	●									●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	
	第 4 年			●	●	●								●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	
	第 5 年			●	●	●								●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	
	第 6 年			●	●	●								●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	
恢复治理期	第 7 年		●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
管护期	第 8 年																				●					●	
	第 9 年																				●					●	
	第 10 年																				●					●	

表 7-25 土地复垦工作计划安排表								
阶段	复垦面积 hm²	复垦方向	静态投资万元	动态投资万元	主要工程措施			主要工程量
					年份	复垦位置	复垦措施	
近期	0.4452	林地	13.10	13.10	2024 年	矿山道路	植被补植	矿山道路补植树
	1.6146	园地	18.00	18.54	2025 年	露天采场已采完段落	覆土 土地整平 修筑排水沟 修筑挡土墙 植被重建	对单层台阶开采完毕的段落进行复垦，主要措施为对单层台阶开采完毕的段落进行治理与复垦，并修筑已开采完毕段落其坡顶的平台挡土墙。并对露天采场边坡稳定性进行监测，对地下水水质开展定期监测。
		园地	18.10	19.20	2026 年	露天采场已采完段落		
		园地	18.22	19.91	2027 年	露天采场已采完段落		
		园地	19.43	21.87	2028 年	露天采场已采完段落		
		园地	19.65	22.78	2029 年	露天采场已采完段落		
远期	15.0451	园地、坑塘水面	72.38	86.41	2030 年	露天采场凹陷采坑、工业场地、剥离层外运转运场、综合服务区、机汽修车间	覆土 建筑物拆除 清理硬底化 土地整平 植被重建 防护栏杆 铁丝网 警示牌	采场开采终了时+44m 平台以下将形成凹陷采坑，凹陷采坑面积约 10.5747hm²，设计+44m 以下复垦为坑塘水面，复垦面积约 10.5747hm²。为保证人员及牲畜安全性，方案设计在坑塘水面外围修筑防护围栏，设立警示牌，进行双重防护。而防护围栏的栏杆采用 0.25m×0.25m 正方形断面铁栏杆，高 2.0m（其中 0.5m 埋在地下基坑中，使用砼灌注），间距 2.0m，坑塘水面外围防护围栏总修筑周长 1579m，需要 789 根栏杆，待防护栏杆修筑完工后，在各栏杆之间焊接铁丝网，每两根栏杆之间的铁丝网单体长 2.0m，宽 1.5m，单体面积 3m²，坑塘水面外围铁丝网总工程量为 2367m²。此外，为防止矿坑周边人畜踏足凹陷采坑，保障人畜生命安全，设计在防护围栏表面铁丝网上攀附铁刺篱进行防护，形成二级防护围栏，最后每隔 15m 设置一块警示牌，警示牌采用圆形铁牌与钢管焊接制造，支撑杆采用 1.5 m 钢管，底座使用膨胀螺丝进行安装，圆形铁牌表面应注明警示人员不得翻越围栏等内容，警示牌工程量为 105 块。 工业场地在闭坑后首先拆除场地内建筑物与加工器械，拆除建筑物面积约 934m²，建筑废渣和废石统一回填至凹陷采坑内，其次为提高复垦为园地区域的植物成活率，区内复垦为园地的区域需进行平整和覆土改造，覆土厚度不小于 0.5m，需覆土改造面积 2.8999hm²，按场地的地形，翻土后对工业场地内复垦为园地区域进行香蕉种植，种植总面积 2.8999hm²。 矿山闭坑后对外运转运场进行复垦绿化，剥离层外运转运场场地内堆存的表土可用于矿山各区域后期复垦所需，按场地的地形，翻土后对剥离层外运转运场场地内复垦为园地区域进行香蕉种植，种植总面积 0.6365hm²。 机汽修车间在闭坑后首先拆除场地内建筑物与加工器械，拆除建筑物面积约 416m²，其次清理机汽修车地内的地表水泥硬化，清除面积 1928m²，清除厚度 20cm，清除量约 385.6m³，建筑废渣和废石统一回填至凹陷采坑内，其次为提高植物成活率，区内需进行平整和覆土改造，覆土厚度不小于 0.5m，需覆土改造面积 0.1928hm²，按场地的地形，翻土后对场地内复垦为园地区域进行香蕉种植，种植总面积 0.1928hm²。 综合服务区在闭坑后首先拆除场地内建筑物，拆除面积约 1219m²，其次清理综合服务区场地内的地表水泥硬化，清除面积 7413m²，清除厚度 20cm，清除量约 1482.6m³，建筑废渣和废石统一回填至凹陷采坑内。其次为提高植物成活率，区内需进行平整和覆土改造，覆土厚度不小于 0.5m，需覆土改造面积 0.7413hm²，按场地的地形，翻土后对场地内复垦为园地区域进行香蕉种植，种植总面积 0.7413hm²。
养护期	——	——	4.68	5.75	2031 年~2034 年	养护期间		浇水、施肥；病虫害防治；树木及时扶正；监测
合计	17.1049hm²		183.56	207.56	——	——		台阶排水沟：208.8m³；台阶挡土墙：626.4m³；清除地表硬化：1868.2m³；拆除构筑物：2569m²；机械外运（废渣）：1868.2³；大叶相思树：518 株；香蕉树：15243 株；爬山虎：1113 株；复合肥：41071kg；有机肥：32273kg；土壤质量检测：5 次，采样：5 组；覆土：32040.1m³；防护围栏：789 根；警示牌 ：105 块；铁丝网：2367m²；土地平整：6.6061hm²；刺篱木：4737 株；

本矿山土地复垦所需资金 207.56 万元，需在复垦前一次性提取完。应将用于土地复垦的专项资金及时提取，建立专用帐户，专款专用，不得挪用。接受自然资源主管部门对费用使用、管理进行监督，签订“土地复垦费用监管协议”。

土地复垦的各项投资列入矿山投资的总体安排和年度计划中，完善土地复垦资金管理办法，确保复垦资金足额到位，并设专门账户，专款专用，按规定单独建账，单独核算。同时加强土地复垦资金的监管，实现按项目进度分期拨款。

表 7-26 土地复垦费用安排表（单位/万元）

阶段	总投资	年份	年度复垦投入资金	存储	复垦费用预存	阶段复垦费用预存额	备注
				分期	总金额		
1	115.40	第 1 年	13.10	第一期	41.512	207.56	首期预存费用为动态总投资的 20%
		第 2 年	18.54	第二期	41.512		
		第 3 年	19.20	第三期	41.512		
		第 4 年	19.91	第四期	41.512		
		第 5 年	21.87	第五期	41.512		
		第 6 年	22.78				
2	86.41	第 7 年	86.41				
3	5.75	第 8~10 年	5.75				

本矿山地质环境治理动态总投资 210.84 万元，根据‘广东省自然资源厅关于印发《广东省自然资源厅矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》的通知’，采矿权人应当在银行开设专用存款账户作为基金账户，矿山地质环境治理恢复基金按照“企业计提、满足需求、专款专用、”的原则，以矿山地质环境治理恢复和土地复垦为导向，由采矿权人自主合理使用。

表 7-27 矿山地质环境治理费用安排表（单位/万元）

阶段	总投资	年份	年度复垦投入资金	存储	复垦费用预存	阶段复垦费用预存额	备注
				分期	总金额		
1	128.37	第 1 年	35.50	第一期	42.168	210.84	首期预存费用为动态总投资的 20%
		第 2 年	16.17	第二期	42.168		
		第 3 年	17.35	第三期	42.168		
		第 4 年	18.55	第四期	42.168		
		第 5 年	20.11	第五期	42.168		
		第 6 年	20.69				
2	70.37	第 7 年	70.37				
3	12.10	第 8~10 年	12.10				

第八章保障措施与效益分析

一、组织保障

1、按照“谁开发，谁保护、谁破坏，谁治理”和“谁损毁，谁复垦”原则，成立广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿山地质环境治理与土地复垦专职机构，为了矿山地质环境治理与土地复垦能够按照方案要求顺利实施，避免方案的实施流于形式，矿山必须成立专职机构、配置专职人员，以负责治理与复垦方案的具体施工、协调和管理的工作。

2、按建设项目管理程序进行管理

在矿山地质环境治理与土地复垦施工中应严格按照建设项目管理程序，选择具有地质灾害治理施工资质、经验丰富、技术力量强的施工单位，进行治理与复垦的施工和后期的管护工作。

3、接受政府职能部门的监督管理

矿山应积极主动配合自然资源行政部门行使对矿山地质环境治理与土地复垦措施的实施情况进行监督、检查、验收与指导的管理工作，配合行政部门严肃查处矿山建设及生产运营过程中破坏矿山地质环境的违法行为。

二、技术保障

1、加强相关人员的技术培训

对矿山地质环境治理与土地复垦工作专职管理人员进行技术培训、参观学习，提高专职管理人员的技术水平。同时，有针对性地开展方案实施的施工队伍及其技术人员的专业培训，强化施工人员的矿山地质环境保护意识，提高施工人员的矿山地质环境保护与恢复治理技术水平，以确保矿山地质环境保护与恢复治理工程保质、保量、按期完成。

2、严格按照矿山地质环境治理与土地复垦方案进行防治、复垦与监测工作

在本方案的实施过程中，按矿山开采对地质环境所造成的破坏类型、程度分类进行治理与复垦，对采场所形成的平台和边坡等采取相应的技术规范进行恢复治理，对地质灾害隐患应根据不同灾害类型、规模、易发程度及危害程度采取合

理有效的技术措施、技术要求进行预防和治理，并加强监测工作，对破坏土地采取合理的复垦生物措施，并加强管护工作。

3、实行招标制度

可根据设计矿山地质环境保护与土地复垦工程的实际情况，采用招标方式确定施工单位，施工必须严格按矿山地质环境保护与土地复垦方案实施。

三、资金保障

矿山地质环境治理工程的实施，将会使矿山地质环境得到改善。根据“谁开发谁保护，谁破坏谁治理”的原则，及法律法规明确的生产矿山地质环境保护与治理责任和义务，本矿山采矿权人作为治理义务人，矿山地质环境保护与治理投资费用由矿山企业全部承担。

建立矿山环境治理恢复基金，建立动态化监管机制，推进环境治理成本内部化，使矿山企业真正履行矿山环境治理与生态修复责任。矿山企业需单设会计科目，根据矿山环境治理与生态恢复的要求，按照销售收入一定比例提取矿山环境治理恢复基金，计入企业成本，提取的资金由企业用于开展矿山环境保护和综合治理，经济上有保障。

根据“广东省自然资源厅关于印发《广东省自然资源厅矿山地质环境治理恢复基金管理暂行办法》的通知”，采矿权人应当在银行开设专用存款账户作为基金账户，矿山地质环境治理恢复基金按照“企业计提、满足需求、专款专用、”的原则，以矿山地质环境治理恢复和土地复垦为导向，由采矿权人自主合理使用。本矿山为新建矿山，建设期可不计提基金，正式开采后按年度计提基金，年度计提额按照核定的治理基金总额、占用资源总矿石量、实际生产矿石量确定。

年度基金计提额=（核定的治理基金总额/占用资源总矿石量）×上年度实际生产矿石量。

四、监管保障

矿区土地占用和复垦规划实现三级监督管理：所在市自然资源局，所在镇镇政府，所在辖区村委会。三级监管人员定期到矿山进行测量、评估和监督、检查。

在本方案实施过程中，建设单位应加强与政府主管部门的合作，自觉接受地

方主管部门的监督管理。建设单位对主管部门的监督检查情况应做好记录，对监督检查中发现的问题应及时处理。对于不符合设计要求或质量要求的工程，责令其重建，直到满足要求为止。植物措施工程施工时，应注意加强植物措施的后期抚育工作，抓好幼林抚育和管护，确保各种植物的成活率，发挥植物措施的水土保持效益。

同时，还要加强宣传，深入开展我国土地基本国情和国策教育，加强土地复垦法规和政策宣传，提高社会对矿山地质环境保护与土地复垦在保护生态环境和经济社会可持续发展的重要作用的認識。

五、效益分析

方案实施后，能有效控制因采矿活动造成的土地资源破坏、地形地貌景观破坏、地质灾害的发生，遏制矿山地质环境的日趋恶化，预防矿山建设及生产过程中带来的矿山地质环境问题及其安全隐患，治理矿山建设及生产过程中可能遭受到的矿山地质环境问题及其隐患，保障矿山采矿活动安全顺利地进行。

方案实施后的效益主要体现在环境效益、经济效益、社会效益三个方面。

1、环境效益

环境效益包括地质环境、生产生活环境、投资环境。在矿山建设的同时进行环境保护与工程治理，改善了矿区地质环境质量。同时，将带动矿区工人生产生活的改善与美化，实现矿山企业“创新绿色矿山，创建美好家园，人与自然共荣”，产生的环境效益显著。根据本方案提出的防治目标，方案实施后，将实现地质环境问题治理度达到 100%，植被覆盖度达到 90%以上。

2、经济效益

（1）直接经济效益

在矿山建设的同时进行环境保护与工程治理，通过矿区境界内外截排水沟对大气降雨的汇集并通过沉砂池澄清后外排至地表径流，有利于提高水资源的利用。

矿山地质环境治理与土地复垦实施后，将使矿区水文地质条件进一步优化，地下水资源得到有效保护；矿山破坏土地采取生态恢复措施后，改善了土地生产利用条件，经生态恢复后成为林地、园地，产出林木产品，提高土地使用价值，

另一方面也减少土地资源的破坏范围，进而减少租用地费用。

（2）间接经济效益

如果不进行地质环境保护与土地复垦，矿山在生产过程中存在安全隐患，一旦发生安全事故，其损失是不可估量的。方案的实施能很大程度上改善矿山及其周边的自然生态环境，降低矿山部分矿山地质环境问题发生的频率，减少或防止地质灾害的发生，保障矿山采矿活动安全顺利进行，保护矿山员工和财产的安全，可避免巨大的浪费和损失，其潜在的经济效益十分可观。

3、社会效益

矿山进行开采及进行环境保护与土地复垦工作时可使相关人员参与其中，从而提高当地就业，亦可提高群众的环境保护意识；且由于矿山的开采建设和采矿活动对矿山地质环境的影响较大，如果不在矿山建设过程中事先采取保护与治理措施，往往会造成环境的较严重破坏，如污染空气、土地、水资源，压占及破坏更多的土地资源等，甚至对人民的生命财产安全造成威胁，从而引起社会各方面的强烈关注和社会负面效应，不但会对矿山以及当地政府造成形象破坏，甚至可能导致矿山提前闭坑，其损失是不可估量的。因此按照规范进行采矿，并对其进行治疗及复垦，不但保证矿山的正常高效开采，还可维护矿区和谐发展，从而推动矿山高效发展，为当地造福，社会效益显著。

六、公众参与

矿山地质环境治理与土地复垦是一项庞大的系统工程。项目区附近居民对于矿山的复垦生产建设抱有积极态度。本项目公众参与方式包括：

1、信息公开

项目区协助建设单位向公众发布公告，公示建设项目的基本情况、矿山地质环境治理与土地复垦工作的主要内容及公众提出意见的方式等。公告主要粘贴在项目区敏感点的人流集中处，引来群众驻足观看，当地群众对公告的内容和形式也较接受。

2、增强复垦意识

深入开展土地基本国情和国策教育，加强土地复垦法规和政策宣传，提高全社会对土地复垦在全面建设小康社会，实施可持续发展战略，保护和建设生态环境重要作用的认识。树立依法、按规划进行土地复垦的观念，增强公众的监督意识。

第九章结论与建议

一、结论

1、广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿属新建项目,设计采用露天开采,矿区面积 0.1219km^2 ,开采标高 $+54.11\text{m}\sim+22\text{m}$ 。矿山采用露天开采,开采矿种为建筑用玄武岩矿,生产规模 30 万 $\text{m}^3/\text{年}$ 。评估区内总体地质环境条件复杂程度为中等。

根据广州德一地质勘察有限公司 2023 年 11 月编制的《广东省雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿产资源开发利用方案(修编)》(以下简称《开发利用方案(修编)》),矿山计算生产年限约为 5 年,基建期 1.0 年,闭坑治理期 1.0 年,总服务年限为 7 年。由于《开发利用方案(修编)》设计闭坑治理期与本方案闭坑治理期相重叠,故本方案取矿山生产期与基建期作为总服务年限,即 6 年。

本方案设计闭坑治理期 1 年,土地复垦灌溉养护期 3 年,故确定本恢复方案适用年限为 10 年,根据《编制指南》所示,新建矿山的方案基准年以矿山正式投产之日算起。

2、评估区为重要区,矿山生产建设规模为大型、矿山地质环境条件复杂程度为中等,确定的矿山地质环境影响评估等级为一级。评估区由矿区边界 13 个拐点连线向外延伸至对矿山生产活动可能波及的范围,评估范围包括露天采场、工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路等用地区域及其影响范围,评估区总面积 72.6106hm^2 。

3、现状评估结论

经现场调查,评估区内尚未正式进行采矿活动,现状评估区未发现现状地质灾害,地质灾害影响较轻,含水层影响较轻,地形地貌景观影响较轻,土地资源影响较轻。根据现状评估结果,将现状评估区划分为一个区:较轻区(III),较轻区(III)总面积 72.6106hm^2 ,占评估区面积的 100%。

4、预测评估结论

预测评估区内矿山建设和采矿活动可能引发和加剧的地质灾害有崩塌、滑

坡、泥石流，预测崩塌、滑坡地质灾害的潜在危险性和危害性中等，对矿山地质环境影响程度较严重，预测泥石流地质灾害的潜在危险性和危害性中等，对矿山地质环境影响程度较严重；预测矿山建设及采矿活动对含水层的影响程度较严重，对地形地貌景观的影响严重，破坏土地总面积约 17.1049hm²，对水土环境污染的影响程度较轻。根据各场地地质环境影响预测评估结果将评估区分为 I、II、III 三个区。其中 I 区总面积 12.1892hm²，占评估区面积的 16.78%；II 区总面积 4.9157hm²，占评估区面积的 6.77%；III 区面积 55.4967hm²，占评估区面积的 76.45%。

5、评估区按矿山地质环境保护与恢复治理区域划分为重点防治区（A）、次重点防治区（B）和一般防治区（C）：重点防治区（A）为矿区采矿活动主要影响的区域，主要包括露天采场及其影响区域，该区总面积 12.1892hm²，占评估区面积的 16.78%；次重点防治区（B）为矿区附属设施场地主要影响的区域，主要为工业场地、剥离层外运转运场、机汽修车间、综合服务区、矿区道路，该区总面积 4.9157hm²，占评估区面积的 6.77%；一般防治区（C）为受采矿活动影响较轻的区域，该区总面积 55.4967hm²，占评估区面积的 76.45%。

6、土地利用类型

露天采场复垦责任范围内土地利用类型为果园（9.2304hm²）、其他园地（0.1405hm²）、乔木林地（0.5651hm²）、其他林地（0.6621hm²）、农村道路（0.1910hm²）、坑塘水面（1.2321hm²）、沟渠（0.1681hm²），损毁类型为挖损形式，对土地损毁程度为重度。

工业场地复垦责任范围内土地利用类型为园地（2.8581hm²）、其他草地（0.0418hm²），损毁类型为压占形式，对土地损毁程度为中度。

剥离层外运转运场复垦责任范围内土地利用类型为园地（0.6365hm²），损毁类型为压占形式，对土地损毁程度为中度。

机汽修车间复垦责任范围内土地利用类型为园地（0.1928hm²），损毁类型为压占形式，对土地损毁程度为中度。

综合服务区复垦责任范围内土地利用类型为园地（0.7368hm²）、裸土地（0.0045hm²），损毁类型为压占形式，对土地损毁程度为轻度。

矿区道路复垦责任范围内土地利用类型为果园（0.1325hm²）、其他林地（0.0281hm²）、农村道路（0.2598hm²）、坑塘水面（0.0248hm²），损毁类型为

压占、挖损形式，对土地损毁程度为中度。

7、土地复垦方向

该项目为露天开采矿山，根据科学合理、实事求是的原则，本方案设计矿山资源开发利用结束后，露天采场所挖损土地复垦为园地、坑塘水面；工业场地所挖损/压占土地复垦为园地；剥离层外运转场所挖损/压占土地复垦为园地；机汽修车间所挖损/压占土地复垦为园地；综合服务区所挖损/压占土地复垦为园地；矿区道路所挖损/压占土地复垦为林地；复垦率 100%。

8、地质环境保护与土地复垦工程部署

按照“预防为主，防治结合”、“边开采边治理，分阶段逐步推进”的原则，以工程措施、生物措施与监测措施三大措施相结合进行工程部署，根据方案的适用年限和矿山开采进度分为近期一个阶段。

积极地展开恢复治理与复垦工作，完成露天采场境外截水工程，并建立矿山监测系统，实现矿山地质环境的开采破坏与治理恢复的动态平衡，控制矿山的地质环境恶化，逐步改善矿山的地质环境，直到矿山的生态环境趋于稳定，与周边环境相协调。

9、广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案估算动态总投资为 418.40 万元，其中矿山地质环境治理动态总投资 210.84 万元，土地复垦动态总投资 207.56 万元。

10、预测恢复治理效果

广东省雷州市和达发展有限公司雷州市龙门镇后塘矿区建筑用玄武岩矿矿山地质环境保护与土地复垦的实施，能增强当地百姓、矿山企业的地质环境保护意识，普及地质环境保护知识，改变地质环境治理观念，对社会和谐和稳定起到积极作用。

矿山地质环境保护与土地复垦，可改善和保护局部小环境，保证建筑用玄武岩矿产开发和生态环境可持续发展，在一定程度上缓解了人地关系的压力。

通过地质环境保护与土地复垦，可减少水土流失和土地退化面积，保护林地、园地，防止土地生态条件恶化，促进林业良性循环。

矿山恢复治理实施后，将使矿区水文地质条件进一步优化，地下水资源得到有效保护；矿山破坏土地采取生态恢复措施后，改善了土地生产利用条件，经生态恢复后成为林地、园地，产出林木产品，提高土地使用价值，另一方面也减少

土地资源的破坏范围，进而减少租用地费用。

二、建议

1、制定科学开采计划，加强现场管理，指导开采、运输等采矿活动；采取水质处理措施保护含水层水质恶化；对地貌景观的保护；边开采边恢复，使破坏面积与恢复治理面积达到动态平衡；充分利用已有的土地资源，尽量少用临时堆放措施和临时道路的修建，最大限度地保护土地资源。

2、对崩塌与滑坡主要采取排水、挂网、生物护坡等措施；用覆土、植草的方法恢复地形地貌景观的破坏。

3、加强持续降雨、久旱后暴雨等极端气候条件下的监测和预警措施，暴雨期间，应停止矿山建设及采矿活动。

4、开采初期应着力整治已破坏和闲置不再受开采活动影响的地段，减少安全隐患。

5、矿山应及时了解矿山恢复治理施工的动态信息，督促治理恢复工作的质量及进度。

6、矿山地质环境保护与土地复垦方案应与矿山主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。矿山开采过程中要严格遵守国家相关法律、法规及规范，对开采过程中地质灾害易发的地段要进行长期监测，发现问题及时解决，切实做好矿山地质环境的保护工作，提高企业的经济效益和社会效益。

7、对于土地复垦方面的技术难题，要及时聘请市自然资源局、生态环境局、农业局、水利局等职能部门的专家进行指导。